



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

MANIPULÁTOR PRO SKLENĚNÉ DESKY

GLASS PLATES MANIPULATOR

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JIŘÍ ZACH

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. BRONISLAV FOLLER, Ph.D.

BRNO 2008

LICENČNÍ SMLOUVA

POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Zach Jiří
Bytem: Čerence 34, 28506, Sázava
Narozen/a (datum a místo): 3.5.1984 Kutná Hora

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta strojního inženýrství
se sídlem Technická 2896/2, 616 69, Brno
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
Ing. Petr Blecha Ph.D.
(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
 - ☐ diplomová práce
 - ☐ bakalářská práce
 - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Manipulátor pro skleněné desky
Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Bronislav Foller, Ph.D.
Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v *:

- ☐ tištěné formě — počet exemplářů
- ☐ elektronické formě — počet exemplářů

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....
Nabyvatel

.....
Autor

ANOTACE:

Cílem této diplomové práce je navrhnout manipulátor na pásy skla, který bude namontován k řezacímu zařízení RKP 01. Funkcí tohoto manipulátoru je přemísťování pásu skla ze zásobovacího stolu na dopravní pás. Toto zařízení ověřit výpočty. RPK je řezací stroj na kruhové výřezy, z kterých se vyrábí podšálky. Vše bude ovládáno automaticky, poloha manipulační lišty bude zjišťována čidly a vše bude řízeno již navrženým automatem od firmy FESTO FEC 30.

ANNOTATION

The object of this diploma work is to project a manipulator for the chaffs of glass, which will be mounted to the cutting machine RKP 01. The function of this manipulator will be a transposition of the chaffs of glass from the supply table to the haul. This manipulator check by calculations. RPK is the cutting machine for the circular-shaped cutouts, from which the saucers are made. Everything will be operated automatically, position of a handling moulding will be located by the sense organs and everything will be controlled by the automat, which was already designed by the firma FESTO FEC 30.

KLÍČOVÁ SLOVA

Manipulátor, Průmyslový robot, Manipulační zařízení, Přísavky, Festo

KEYWORDS

Manipulator, Industrial robot, Handling device, Sucking, Festo

Prohlášení autora o původnosti práce

Místopřísežně prohlašuji, že jsem byl seznámen s předpisy pro vypracování Diplomové práce. Prohlašuji že celou diplomovou práci jsem vypracoval sám, včetně příloh. Při jejím vypracování jsem vycházel z konzultací, odborné literatury, katalogů a informací z internetu.

V brně 3. 5. 1984

Zach Jiří

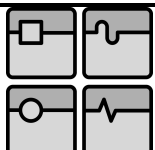
ZACH, J. *Manipulátor pro skleněné desky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 67 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Bronislav Foller, Ph.D.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat panu Lubomíru Černému za odborné rady, připomínky, návrhy a cenné zkušenosti. Děkuji panu ing. Zdeňku Kuntovi za umožnění přístupu do firmy Kooperativa, výrobně obchodní družstvo. Děkuji svým rodičům za fyzickou a psychickou podporu při celém průběhu trvání studia. Dále bych chtěl poděkovat své přítelkyni za psychickou podporu při studiu.

Obsah:

1. Profil zadávající firmy	13
1. 1. Historie firmy Kooperativa	13
1. 2. Současnost firmy Kooperativa	13
1. 2. 1 Zárubně ocelové	13
1. 2. 2 Stožáry ocelové	14
1. 2. 3 Sklo - tvarování	14
1. 2. 4 Sklo - dekorování	14
1. 2. 5 Kovovýroba na zakázku	15
1. 2. 6 Pálení CNC	15
1. 2. 7 Zemědělství	15
1. 2. 8 Zpracování plechů	15
2. Druhy manipulačních zařízení	16
2.1 Jednouúčelové manipulátory	16
2. 2 Univerzální manipulátory	17
2. 2. 1 Synchronní manipulátory	17
2. 2. 2 Manipulátory s programovatelným automatem	18
2. 2. 2. 1 Manipulátory s pevným programem	18
2. 2. 2. 2 Manipulátory s proměnlivým programem	18
2. 2. 2. 3 Kognitivní roboty	18
3. 1 Volba řešení manipulátoru	19
3. 2 Normy obsažené v diplomové práci	20
3. 3 Patentová řešerše	21
4. Druhy řešení manipulátoru na pásy skla	22
4. 1. Řešení 1	22
4. 2. Řešení 2	23
4. 3. Řešení 3	24
5. Volba a výpočet jednotlivých komponent	25
5. 1 Přísavky	25
5. 2 Proudový Ejektor	28
5. 3 Pneumatický válec	29
5. 3. 1 Vertikální válec DSN - 25- 400 - PPV	30
5. 3. 2 Horizontální válec DSNU-25-500-P-A	31
5. 4 Magnetická čidla	38
5. 5 Úprava stlačeného vzduchu	40
5. 6 Indukční čidla	41
5. 6. 1 Spodní dojezd	42
5. 6. 2 Dojezd do horní polohy	44
5. 7 Konstrukce Manipulátoru	45
5. 8 Konstrukce zásobovacího stolu	46
5. 9 Kluzná pouzdra DryLin	48
5. 10 Energetické řetězy	50
5. 11. Kontrolní výpočet	52
5. 11. 1 Kontrolní výpočet Manlišty	52
5. 11. 2 Kontrolní výpočet pásu skla	54
6. Manipulátor	55
6. 1. Popis manipulátoru:	55
7. Provozně bezpečnostní předpis	57
7. 1 Všeobecné ustanovení	57

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 12
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

7. 2 Popis zařízení.....	57
7. 2. 1 Technické parametry	57
7. 2. 2 Popis základních skupin stroje.....	57
7. 3 Montáž zařízení	58
7. 4 Způsob uvedení do provozu a obsluha	58
7. 5 Údržba a čištění	58
7. 6 Pokyny pro možné poruchy	58
7. 7 Bezpečnostní pokyny	58
7. 8 Všeobecný bezpečnostní pokyn.....	59
7. 9 Seznam pracovních pomůcek	59
8. Závěr	60
9. Použitá Literatura	61
10. Seznam použitých symbolů	63
11. Seznam obrázků.....	65
12. Seznam příloh.....	66

1. Profil zadávající firmy

1. 1. Historie firmy Kooperativa

Zadavatelem mé diplomové práce byla firma KOOOPERATIVA, výrobně obchodní družstvo Uhlířské Janovice *byla založena v roce 1969. Tato firma s dlouhou historií a tradicí se zaměřuje na stavební kovovýrobu, zemědělskou kovovýrobu a sklářskou výrobu. Hlavními činnostmi ve stavební kovovýrobě jsou výroba ocelových zárubní ZAKO, požárních uzávěrů, ocelových stožárů. Ve sklářské výrobě se specializuje na tvarování plochého skla a dekorování skla. Nejmladším výrobním střediskem je tvarování a dekorace skla, které bylo uvedeno do provozu v roce 1998.

Od devadesátých let minulého století docházelo postupně k výrazným inovačním změnám ve všech výrobních programech. Převážně se jednalo o podstatné rozšíření sortimentu, až na současné několik desítek druhů ocelových zárubní ZAKO, mnoho druhů ocelových stožárů, a snahu o splnění přání a požadavků zákazníků (zakázková výroba).

1 .2 Současnost firmy Kooperativa

V současné době patří firma KOOOPERATVIA, výrobně obchodní družstvo mezi největší výrobce ocelových zárubní v ČR a dále mezi kvalitní výrobce ocelových stožárů a tvarovaného či dekorovaného skla.

1. 2. 1 Zárubně ocelové

Hlavní činností firmy KOOOPERATIVA, výrobně obchodní družstvo je výroba ocelových zárubní ZAKO® mnoha typů. Patří mezi ně zárubně pro klasické zdění, pro přesné zdění, pro sádkokarton, zárubně pro přímou betonáž. Dále také nabízí nerezové zárubně a zárubně pro kompletní požární uzávěry. Kromě normalizovaných a typizovaných zárubní ZAKO® vyrábí firma také zárubně atypické - dle specifikace a přání zákazníka!



Obr. 1-1 Zárubně ocelové [22]

1. 2. 2 Stožáry ocelové

Ocelové stožáry firma dodává a vyrábí v širokém sortimentu. Jedná se o stožáry veřejného osvětlení, dekorativní stožáry, vlajkové stožáry, železniční stožáry, stožáry pro světelnou signalizaci, trakční stožáry, stožáry atypického provedení. Kromě ocelových stožárů, které jsou typizované, vyrábí stožáry na zakázku dle požadavků zákazníka. Sortiment těchto stožárů je dále rozšířen o výložníky, patice, stožárovou výzbroj a svítidla.



Obr. 1-2 Stožáry ocelové [22]

1. 2. 3 Sklo - tvarování

Tvarování a dekorace skla je nejmladším střediskem, které bylo uvedeno do provozu v roce 1998. Technologie výroby je založena na tvarování výřezů z plochého skla plamenem do kovových forem na speciálním výrobním zařízení. Touto metodou jsou vyráběny skleněné misky, kalíšky, podšálky ale i velké mísy, podnosy a talíře až do průměru 330 mm a výšky 50 mm. Výhodou použité technologie, oproti jiným způsobům tvarování, je rovnoměrná stěna, relativně nízká hmotnost a kvalitní hladký povrch výrobků. Takto vyráběné výrobky jsou certifikované na zdravotní nezávadnost, je možno je použít ke stolování a mají dostatečnou tepelnou odolnost pro tepelné zpracování pokrmů v mikrovlnné troubě.



Obr. 1-3 Sklo - tvarování [22]

1. 2. 4 Sklo - dekorování

Dekorování skla vlastní výroby i skla od jiných výrobců je prováděno technologií nástřiku, sítotisku, malování, máčení nebo obtisků. Vypalování barvy v peci, které po dekorování následuje, je technologicky přizpůsobeno typu použité barvy a skla, na kterém je dekorace prováděna. Pro dekorování jsou zpravidla používány barvy neobsahující těžké kovy a jiné škodliviny s dostatečnou odolností proti působení vody a chemických mycích prostředků, což umožňuje umývat dekorované sklo v automatických myčkách.



Obr. 1-4 Sklo dekorování [22]

1. 2. 5 Kovovýroba na zakázku

Firma se také zabývá kovovýrobou ocelových konstrukcí a součástí různých zařízení podle výkresové dokumentace a individuálních požadavků zákazníka. Jedná se zejména o lehké a středně těžké ocelové konstrukce o jednotkové váze do 3t, které se uplatňují především ve stavebnictví (potrubní mosty, lávky, zábradlí, schodiště v exteriéru i interiéru, ocelové díly konstrukcí garáží, konstrukce balkonů, přepravní palety apod.)

Samostatným oborem je konstrukce a výroba jednoúčelových strojů (menších sklářských strojů jako je např. tvářecí stroj na ploché sklo, řezačka skla, pásové dopravníky apod.)



Obr. 1-5 Kovovýroba na zakázku [22]

1. 2. 6 Pálení CNC

Speciálními službami a technologií je pálení CNC na stroji PIERCE SCORPION 2500 pro přesné pálení plasmou a řezání kyslíko-propanovým hořákem

Možnosti pálicího stroje PIERCE:

- dělení materiálu na CNC řezacím stroji plynovým a plazmovým hořákem (rozměr stolu 2 x 6 m).
- max. pracovní rozměr pálicí plochy 2000 x 6000 mm
- možnost přesného pálení plasmou do tloušťky 12 mm
- řezání kyslíko-propanovým plamenem do tloušťky 200 mm

1. 2. 7 Zemědělství

Další součástí rozsáhlé nabídky výrobků a služeb firmy KOOOPERATIVA, v.o.d. je výroba zemědělských technologií. V tomto oboru nabízíme výrobu různých dílů pro zemědělské technologie - shrnovací lopaty, kladky, řetězy aj.

1. 2. 8 Zpracování plechů

V rámci projektu Linka na výrobu výrobků z plechu jsme zařadily do výroby vysekávací lis Trumpf Trumatic 1000 R

Jeho technická data a možnosti:

TRUMPF TRUMATIC 1000 ROTATION

Použití: vysekávání

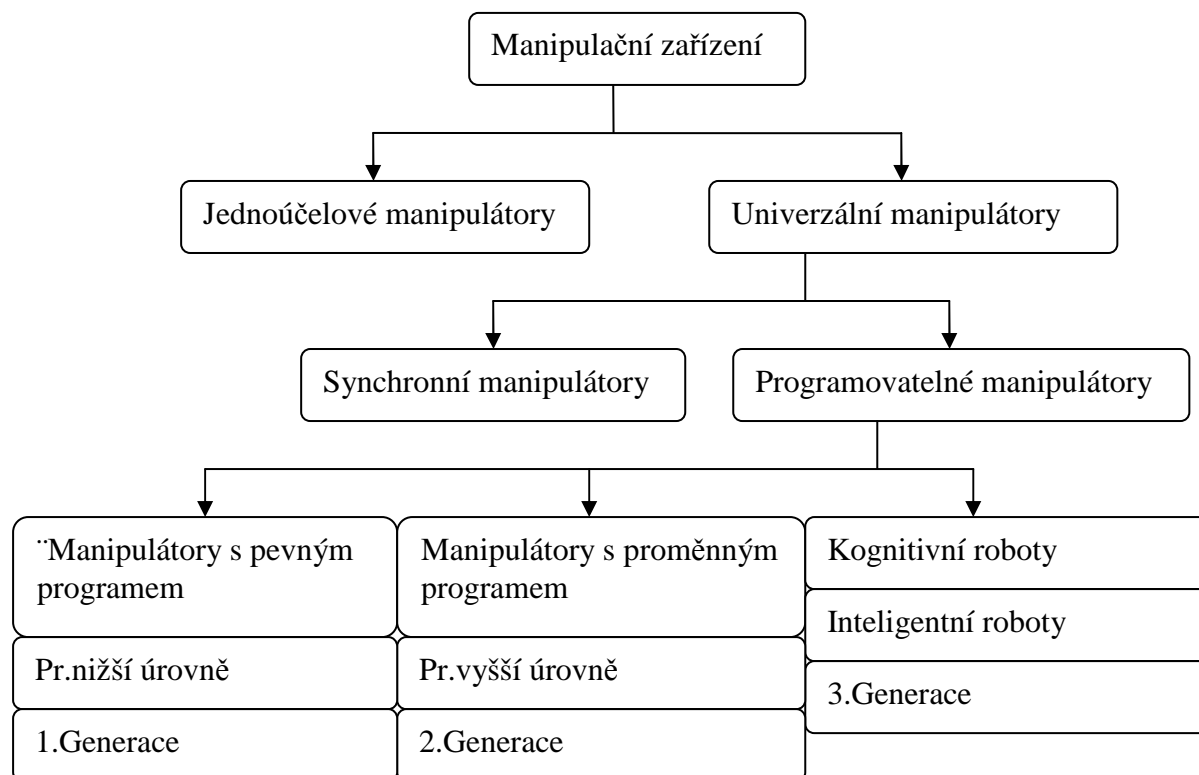
Rozměry pracovní plochy: 2070 x 1280mm

Počet použitelných nástrojů: 14 při 3 upínkách

Tloušťka plechu: max. 5,5mm ocel

* doslovně převzato z www.kooperativa-vod.cz

2. Druhy manipulačních zařízení

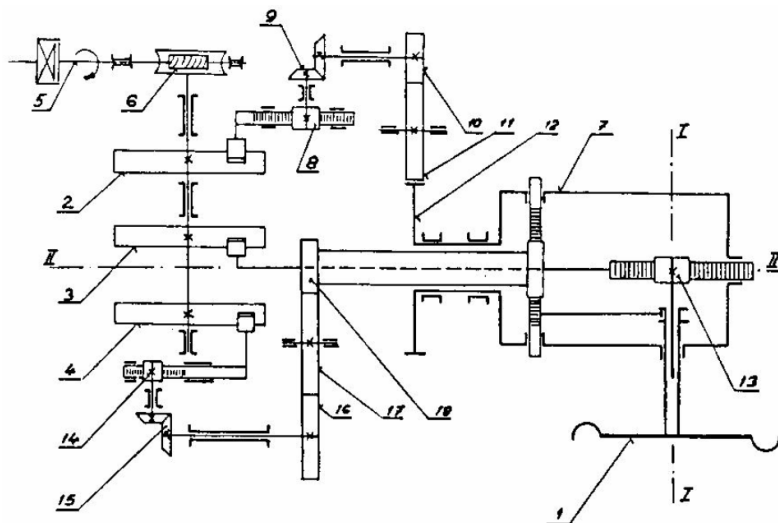


Obr. 2-1 Druhy manipulačních zařízení

Manipulační zařízení za zaznamenalo v posledních letech velký rozmach. Z důvodu zavedení automatizace do výroby, zvyšování produktivity a celkové modernizace podniků. Výrobní stroj obsluhovaný manipulátorem šetří pracovní sílu, může pracovat neomezeně a daleko přesněji než obsluha. Pouze uvedení do provozu zajišťuje obsluha. Manipulátor přesouvá výrobky z jednoho prostoru do druhého.

2.1 Jednouúčelové manipulátory

Používají se zejména pro automatizaci manipulačních prací u jednouúčelových strojů a linek pro velkosériovou výrobu. Jsou často částí obsluhovaného stroje tedy integrovanou součástí. Řízení je prováděno řídicí jednotkou obsluhovaného stroje, někdy mývají i vlastní pohon. Jsou konstrukčně uzpůsobeny danému stroji. Dost často jsou nazývány jako podavači nebo autooperátory. Jsou určeny pro manipulaci s jedním předmětem popřípadě geometricky stejným, lišící se v rozměrech



Obr. 2-2 Kinematické schéma manipulátoru pro automatickou výměnu nástrojů

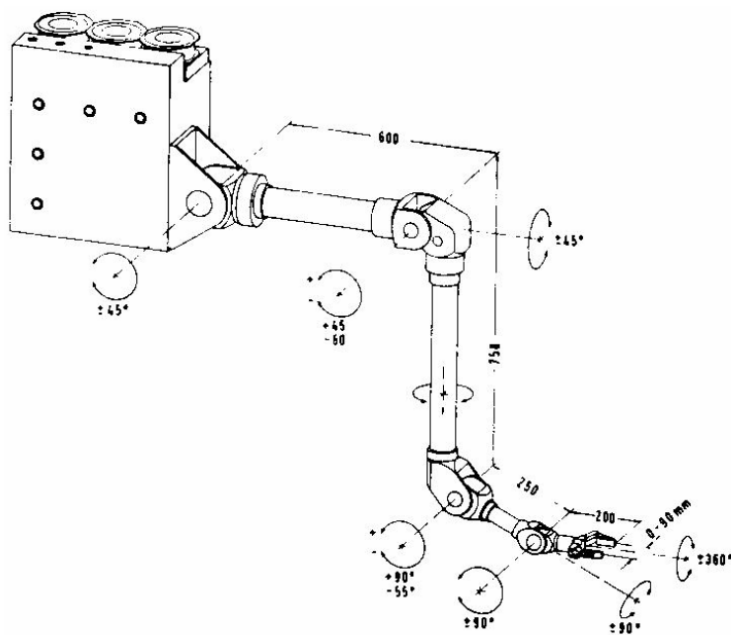
2. 2 Univerzální manipulátory

2. 2. 1 Synchronní manipulátory

Řízení provádí bezprostředně obsluhující pracovník. Tyto manipulátory jsou vlastně zařízení které , slouží k zesílení silových pohybových veličin. Člověk s manipulátorem uzavřen jedné smyčce. Pokud má manipulátor svými výstupními orgány přesně kopírovat pohyby pracovníka, polohu.

Tak je třeba, aby řídicí ustroj bylo přiděleno k jeho pažím , rukám i jeho prstům, jejichž pohyb se pak přivádí na řídicí páky. Ústroji manipulátoru je pak umístěno mimo pracovníka, manipulátor pracuje v režimu Master-Slave.

Manipulátor pracuje v prostředí (ohrožení výbuchu, při operacích v biomechanice, v kosmonautice), slouží i jako protéza. Synchronní manipulátory slouží často jako pomocná zvedací a umísťování těžkých obrobků v provozu. Pohyb břemene v prostoru zajišťuje pracovník, břemeno je zařízením vyvažováno. V literatuře často označováno jako průmyslový balancer.



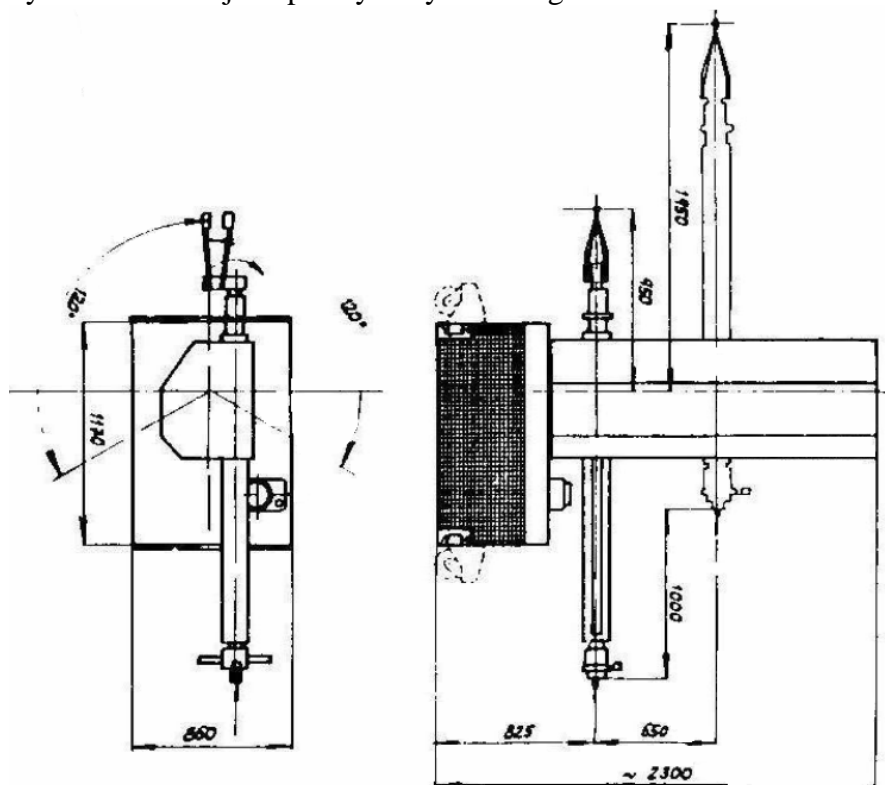
Obr. 2-3 Schéma synchronního manipulátoru „master-slave“ EMSM-1

2. 2. 2 Manipulátory s programovatelným automatem

Je řízen programovým ústrojím. Svým řídicím ústrojím, pohonem jsou nezávislé na obsluhovaném stroji.

2. 2. 2. 1 Manipulátory s pevným programem

U těchto typů manipulatoru se program během činnosti nemění. Změna je velmi jednoduchá, neboť často mechanicko – elektrické řídicí ústrojí je konstruováno tak, že změna jednotlivých funkcí spočívá v přestavení nárazek a v nastavení příslušných logických funkcí na panelu. Velmi často se používá programovatelných automatů k zadání řídicích povelů. Manipulátor tohoto typu je rozšířen pro svojí jednoduchost a spolehlivost. V literatuře často bývá označován jako průmyslový robot 1. generace.



Obr. 2-4 Schéma průmyslového robotu QJN -020

2. 2. 2. 2 Manipulátory s proměnlivým programem

Manipulátory mají možnost přepínání nebo volby programu podle dané scény ve které se nacházejí. Tyto manipulátory projevují značnou samostatnost a jsou řízeny adaptivně elektronickými řídicími systémy. Jsou nazývány roboty 2. generace

2. 2. 2. 3 Kognitivní roboty

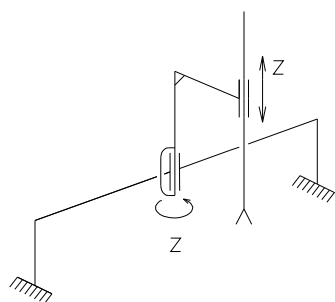
Jedná se mechatronické systémy s možností vnímání a racionálního rozhodování. Kognitivní proces je proces vnímání, racionálního myšlení a rozpoznávání. Tyto roboti představují v současné době špičku ve vývoji manipulační zařízení. Jsou označovány jako průmyslové roboty 3. generace

3. Úvod

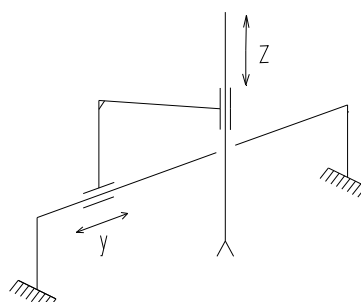
3.1 Volba řešení manipulátoru

Původní řešení manipulátoru bylo, spojení otočného pohybu omezeného otočení jen o určitý úhel s posuvným pohybem dle obr.3-1. Otočný pohyb je uskutečňován pomocí pneumatického válce, připevněného k boku rameni manipulátoru, který otáčel rameno manipulátoru o určitý úhel. Posuvný pohyb je zajišťován pomocný pneumatického válce umístěného rovnoběžně s osou svislého pohybu. Nevýhodou tohoto manipulátoru je, ustavení pásu skla na zásobovací stůl, muselo velmi přesné. Chyby vzniklé při ustavení sloupce skel se několikrát znásobovali na zakládání pásu na technologický pás.

Z tohoto důvodu byl požadavek pro zjednodušení tohoto řešení. Navrhl jsem řešení, spojení dvou posuvných pohybů. Oba posuvné pohyby jsou uskutečňovány pomocí pneumatických válců. Toto řešení je jednoduché a odstraní problémy se zakládání pásů skla na zásobovací stůl. Chyba která vznikne při ustavení sloupce skel na stolku je stejná, jako při zakládání pásu na technologický pás. Posuvné pohyby by měli být zajišťovány pomocí pneumatických válců a poloha zjišťována čidly.



Obr. 3-1 Původní řešení manipulátoru



Obr. 3-2 Nové řešení manipulátoru

3. 2 Normy obsažené v diplomové práci

3. 2. 1 Nařízení vlády

NV 17/2003 Sb. - Nařízení vlády č. 17/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí (73/23/EHS)

NV 24/2003 Sb. - Nařízení vlády č. 24/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na strojní zařízení (98/37/ES)

3. 2. 2 Přehled harmonizovaných norem

Výpis některých norem , které byly použity.

Česká technická norma / změna	Tř. znak	Datum vydání	Název ČSN	Harmonizovaná EN, HD / změna	Věstník ÚNMZ harmonizace ČSN
ČSN EN 14178-2	70 1011	08/05	Sklo ve stavebnictví - Základní výrobky z křemičitého skla s alkalickými zeminami - Část 2: Hodnocení shody/Výrobní norma	EN 14178-2:2004	12/05
ČSN EN 388	83 2350	06/04	Ochranné rukavice proti mechanickým rizikům	EN 388:2003	03/06
ČSN EN ISO 20347	83 2503	03/05	Osobní ochranné prostředky - Pracovní obuv	EN ISO 20347:2004	03/06
ČSN 01 3155	01 3155	06/83	Svarové a pájené spoje – označování na výkresech	ČSN EN 22553	05/98
ČSN EN 13042-2	27 8810	03/05	Stroje a provozy pro výrobu, zpracování a úpravu dutého skla - Bezpečnostní požadavky - Část 2: Manipulační stroje pro dosazování	EN 13042-2:2004	03/06

Tab. 3-1 Přehled norem

3.3 Patentová rešerše

Rešerše je vhodná pro samostatného konstruktéra či vynálezce z důvodu správného nasměrování výzkumu i včasného zastavení investic do vynálezeckého projektu v případě existence shodného nebo podobného technického řešení.

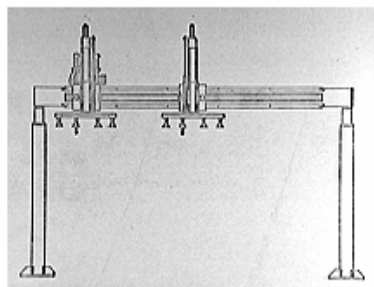
Podle toho, jaký účel zadavatel rešerše sleduje, rozeznáváme rešerše:

- na stav techniky pro informaci zadavatele o posledním vývoji v jeho oboru
- ke zjištění vývojových aktivit konkurentů zadavatele provedené na jejich jméno
- na stav techniky k ověření patentovatelnosti konkrétního nového řešení zadavatele
- na patentovou situaci (k zamezení kolize) konkrétního výrobku nebo řešení zadavatele.

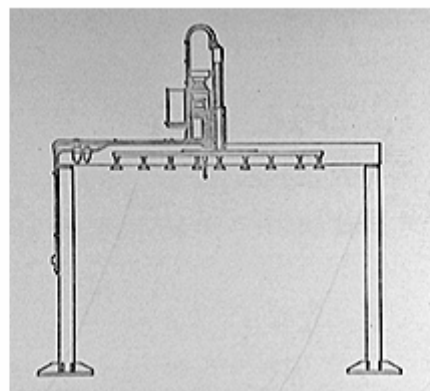
Hledaná slova:

- Manipulátor
- Tastanordnung, die
- Automat
- Přesuvné zařízení
- Robot

(11) Číslo zápisu:	14775
(15) Datum zápisu:	25. 10. 1983
(45) Datum zveřejnění:	25. 10. 1983
(21) Číslo přihlášky:	982-13539
(54) Název:	Manipulátor M 63-46 pro manipulaci s tabulovými polotovary * Manipulátor s tabulovými předměty *
(51) Zatřídění	Locarnské: 15-99
(22) Datum podání přihlášky:	05. 11. 1982 Číslo věstníku publikace: 1900/01
(73) Vlastník:	neuveden podle zákona 84/1972 Sb., CS
(72) Původce:	Urban Pavol Ing., A. Prídavku 8, Prešov, CS Pavlov Ján Ing., Prostějovská 60, Prešov, CS
(28) Počet vzorů při zápisu:	1 Stav řízení: Zaniklý dokument
(55) Vyobrazení:	[27]



Obr. 3-3 Manipulátor M63-46-1 [27]



Obr. 3-4 Manipulátor M63-46-2 [27]

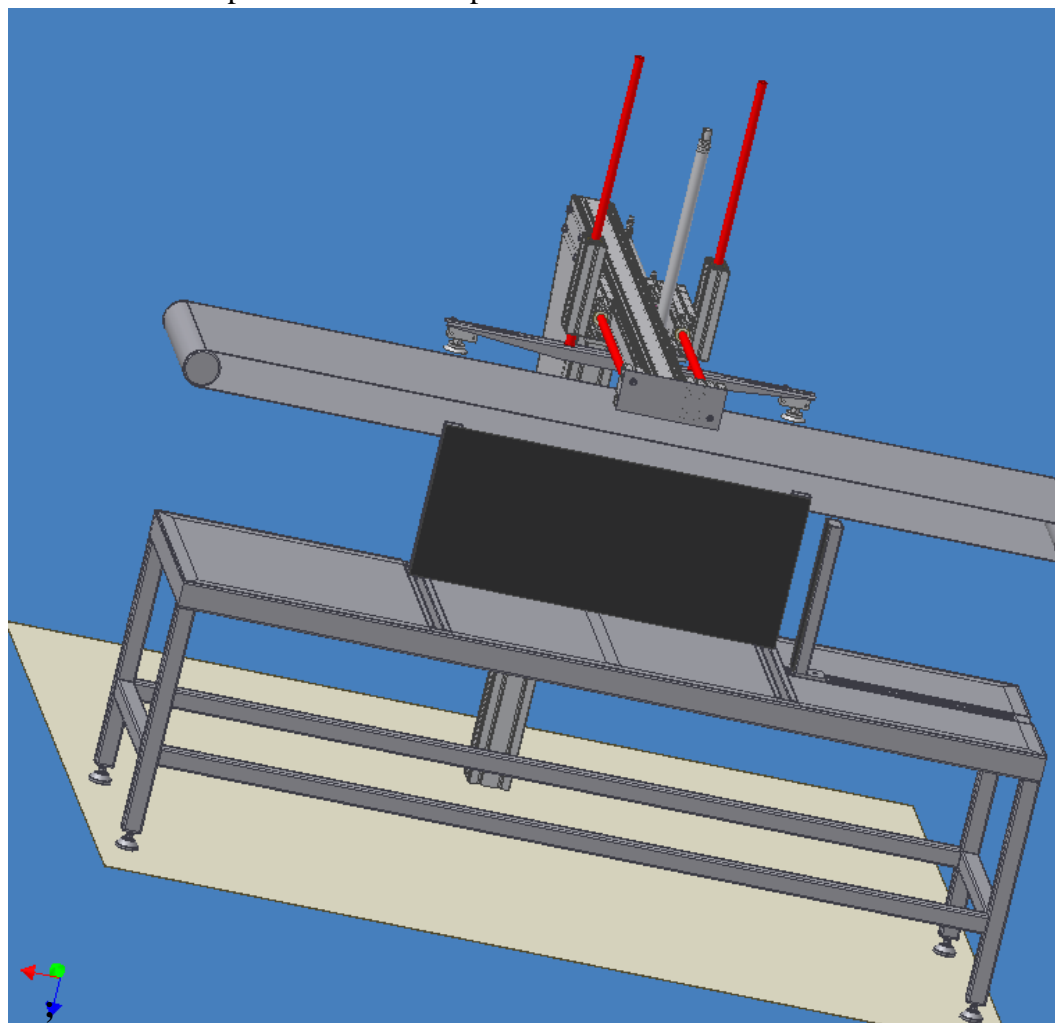
4. Druhy řešení manipulátoru na pásy skla

4. 1. Řešení 1.

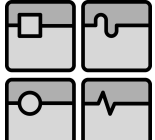
Popis:

Na obrázku vidíme manipulátor, pomocí kterého se dopravují pásy skla z pomocného stolu na technologický pás. Na technologickém stole je sloupec na tabulí, který je vystředěn pomocí dvou dorazu na střed stolu. Počátkem všeho se pohyblivá část přesune pomocí horizontálního pneumatického motoru do koncové polohy, tedy na střed stolu. Pomocí vertikálního pneumatického motoru se pohyblivá část přesune těsně nad sloupec pásků skla. Díky indukčnímu čidlu, které snímá pohyb otočné ocelové destičky umístěné na liště připevněné pomocí otočného čepu. Zjistíme zda už se manipulátor nachází na pásce skla. Pokud ano, přísavky pomocí ejektorů přisají první pásku skla, pohyblivá část zajede pomocí vertikálního pneumatického válce zpět do horní polohy a horizontální pneumatický válec přesune pásku nad střed dopravního pásu. Následně již navržený řídicí systém FEC30 vyšle signál ventilu, který řídí vertikální pneumatický válec, aby sjel 40mm směrem technologickému pásu. Následně ejektor přestane vytvářet vakuum a pásek je uvolněn na technologický pás.

Nevýhoda: Pásy skla na sebe vzájemně působí statickou přitažlivostí, při vyzdvžení hrozí, že zvedneme několik pásku současně a způsobí následnou havárii.



Obr. 4-1 Řešení 1

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 23
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

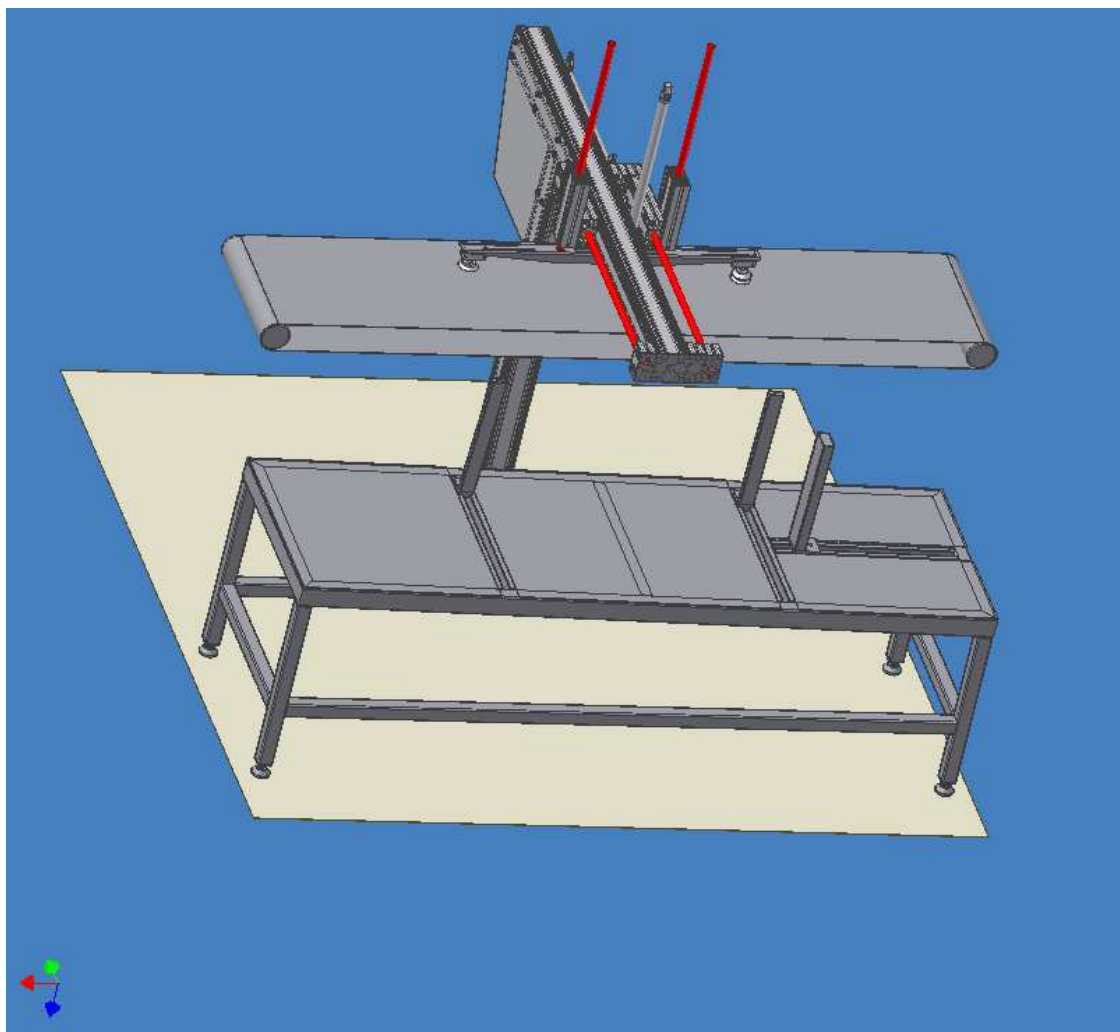
4. 2. Řešení 2.

Popis

Princip dopravy pásků skla je totožný jako v první řešení. Stůl u toho zařízení je podélně skloněný, na jedné straně je jeho výška je o 48mm menší. Zde jsou použity rozdílné přísavky. První přísavka na nižší straně je standardní a druhá přísavka na vyšší straně je přísavka skládaná.

Výhoda: Při použití skládané přísavky nejprve přisaje díky svému měchu 1,5 x pásku skla. Dojde odtržení pásku skla od sloupce pásků skla. Jakmile sklo je v horizontální poloze, je možné založit pásku skla.

Nevýhoda: Při nasátí skládané přísavky hrozí přelomení skla o zbylý sloupec.



Obr. 4-2 Řešení 2

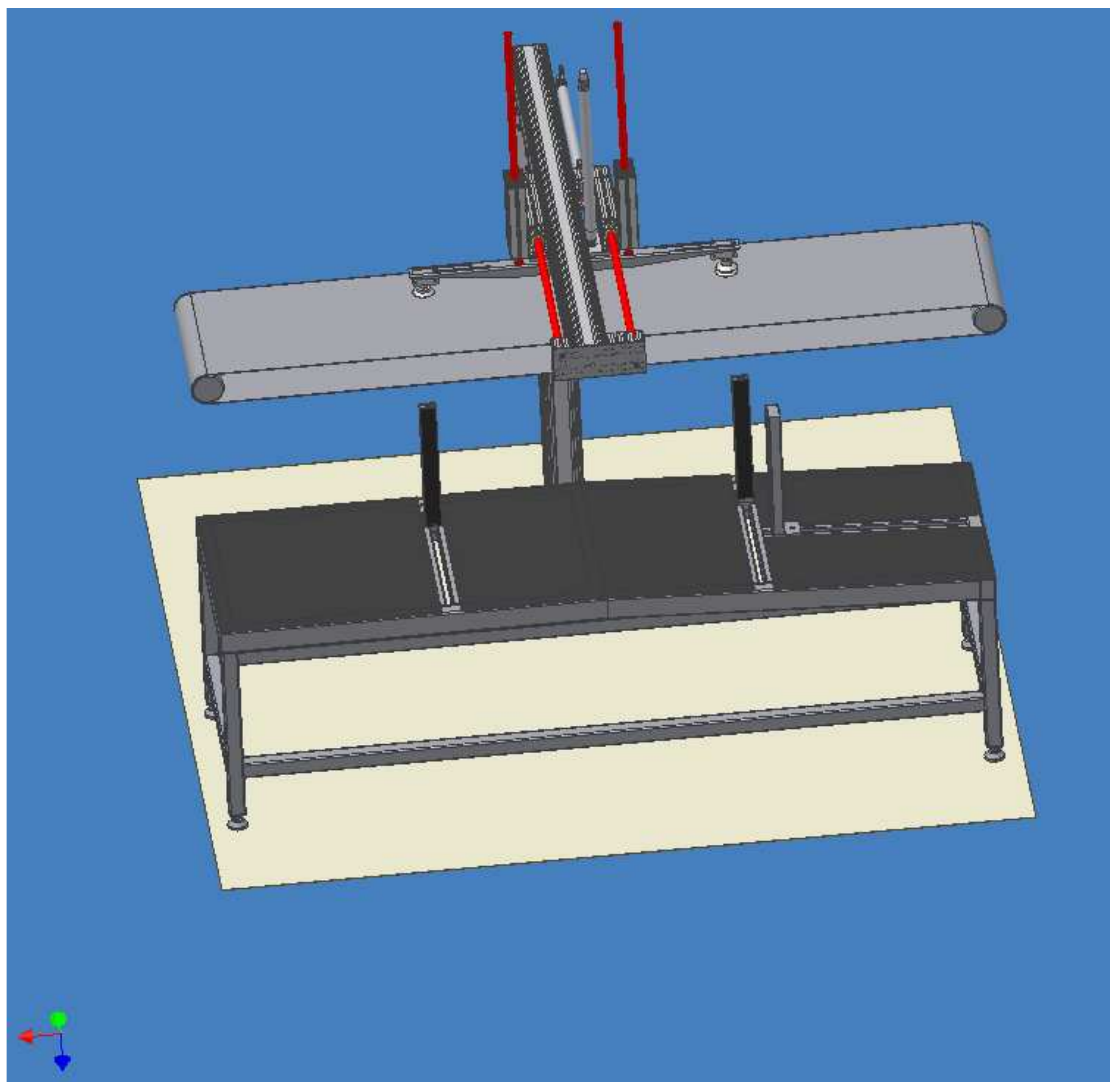
4. 3. Řešení 3.

Popis:

Princip řešení je podobný jako v druhém řešení. Pomocný stůl v tomto řešení je dvakrát zkosen (podélné a příčné). Pomocí částečného podélného zkosení v polovině stolu již nedochází k lámání pásků skla. Pásky se vyrovnávají pomocí skládané přísavky vodorovné polohy stolu. Druhým zkosením je zkosení příčné 10mm. Toto zkosení zapříčiňuje vyjetí z dorazů, tedy pokud přísavky i přes skládanou přísavku vyzvednou o kousek pásku skla, páska se uvolní a dopadne zpět na sloupec. Díky sklonu se přesune k dorazu zakládání obsluhy se páska skla dostane k dorazu.

Zvolil jsem toto řešení

Toto řešení jsem zvolil z důvodu použitelnosti a funkčnosti přísavek, a přesnému vyrovnání dorazů.



Obr. 4-3 Řešení 3

5. Volba a výpočet jednotlivých komponent

5.1 Přísavky

Obecně

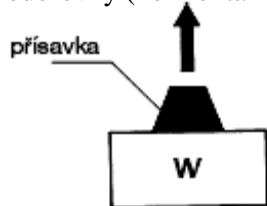
Přísavky jsou vhodné řešení pro přepravu výrobků s různými hmotnostmi, povrchy a tvary. Přísavky se mohou přizpůsobit pro nerovné, klenuté a šikmé plochy s využitím měchu. Při použití přísavky ze silikonu je možné použít při výrobě potravin.

Volba přísavky:

Přísavka	Hmotnost skla:	$m_{sklo} = 5,78kg$
	Tíhové zrychlení:	$g = 9,807m/s^2$
	Počet přísavek:	$n_p = 2$
	Součinitel bezpečnosti	$s_k = 4$
	Hustota	$\rho_{sklo} = 2230kg/m^3$
	Rozměr pásky skla	$18dm \times 3,6dm \times 0,4dm$
	Předpokládané vakuum	$p_v = 40kPa$

Určení součinitele bezpečnosti s:

Vodorovný (horizontální) styk



≥ 2 při svislém pohybu při zvedání
 ≥ 4 při přidavném vodorovném pohybu

b) Svislý (vertikální) styk



≥ 4 při svislém pohybu při zvedání
 ≥ 8 při přidavném vodorovném pohybu

Objem pásky skla $V_{sklo} = 2,292dm^3$

Hmotnost pásky skla $m_{sklo} = \rho \times V = 2,23 \times 2,592 = 5,78kg$

Síla působící od pásky skla $F_{sklo} = m \times g = 5,78 \times 9,807 = 56,684N$

(1)

$$D_t = \sqrt{\frac{4 \times m \times g \times s \times 1000}{\pi \times p_v \times n}} = \sqrt{\frac{4 \times 5,78 \times 9,807 \times 4 \times 1000}{\pi \times 40 \times 2}} = 60,07mm$$

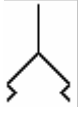

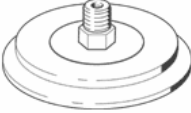
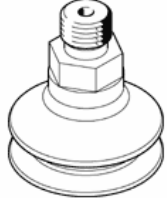
(2)

Průměr z katalogu dle firmy volím $D_k = 75mm$

Teoreticky nosná síla

přísavek $F_{teoretická} = D^2 \times \pi / 4 \times p \times 0,001 = 75^2 \times \pi / 4 \times 25,66 \times 0,001 = 113,37 N$ (3)

Z důvodů konstrukce manipulátoru byly zvoleny dvě rozdílné přísavky, první standardní a druhá měch 1,5 skládaná. Z důvodu přisávaného materiálu byly zvoleny přísavky z NBR (nitrilkaučuk). NBR se používá pro masné výrobky, pro hladké výrobky (sklo) a má vlastnost menších otisků na velmi hladkých površích.[20]

<u>Zvolené přísavky</u>		
<u>Parametr</u>	Přísavka VAS-55-1/4-NBR č. dílu: 36144	Skládaná přísavka VASB-55-1/4-NBR č. dílu: 35414
značka		
pohled 3D		

jmenovitá světlost	4mm	4mm
průměr přísavky	55mm	55mm
účinný průměr přísavky	44mm	44mm
konstrukce	připojení vakua shora kruhový, standardní	připojení vakua shora kruhový, měch 1,5 násobný
provozní medium	atmosférický vzduch	atmosférický vzduch
okolní teplota	-20 - 80°C	-20 - 80°C
odtrhovací síla při 70% vakuu	106 N	106 N
upevňovací závit	G 1/4	G 1/4
upevnění přísavky	G 1/4	G 1/4
připojení vakua	G 1/4	G 1/4
tvrdost Shore	73	73
informace o materiálu závitové části	Zinkový tlakový odlitek	Zinkový tlakový odlitek
informace o materiálu přísavky	NBR(nitrilkaučuk)	NBR(nitrilkaučuk)

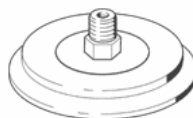
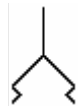
Tab. 5-1 Přísavky 55mm [21]

Parametr

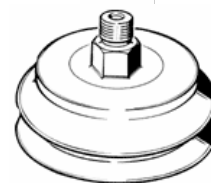
značka

pohled 3D

Přísavka VAS-75-1/4-
NBR
č. dílu: 36144



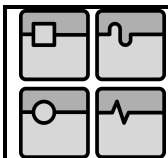
Skládaná přísavka VASB-
75-1/4-NBR
č. dílu: 35415



Jmenovitá světlost	4mm	4mm
Průměr přísavky	75mm	75mm
Účinný průměr přísavky	60mm	60mm
Konstrukce	připojení vakua shora kruhový, standardní	připojení vakua shora kruhový, měch 1,5 násobný
Provozní medium	atmosférický vzduch	atmosférický vzduch
Okolní teplota	-20 - 80°C	-20 - 80°C
Odrhovací síla při 70% vakuu	197 N	197 N
Upevňovací závit	G 1/4	G 1/4
Upevnění přísavky	G 1/4	G 1/4
Připojení vakua	G 1/4	G 1/4
Tvrдость Shore	73	73
Informace o materiálu	Zinkový tlakový odlitek	Zinkový tlakový odlitek
Závitové části		
Informace o materiálu přísavky	NBR(nitrilkaučuk)	NBR(nitrilkaučuk)

Tab. 5-2 Přísavky 75mm [21]

Přísavky jsou zvoleny dvojího rozměru, pro menší pásy skla 60-80mm šířky je průměr 55mm a pro šířku 90-360mm jsou přísavky o průměru 75mm. Rozdílný průměr pásy skla je z důvodu malé bezpečnosti u přísavky 55mm, proto jsem zvolil výměnou přísavku. Při manipulaci pásy skla se přísavka vymění pomocí stranové klíče, výměna není časově náročná. Přísavky je možné přesouvat pomocí drážek v manipulační liště o 200mm blíže. Tímto docílíme seřízení přísavek pro správné odlistování pásy skla.



5.2 Proudový Ejektor

Obecně:

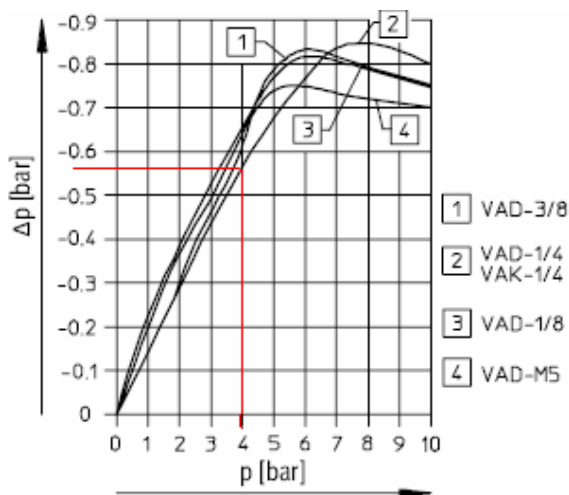
Princip funkce:

Stlačený vzduch je přiveden do vstupního otvoru ejektoru. V zúženém průměru trysky se zvýší rychlost proudu vzduchu. Na výstupu tento vzduch strhává částice vzduchu z prostoru a unáší je za sebou. V prostoru za hrdlem mimo proud vzduchu se sníží tlak a hrdlem je do komory přisáván vzduch. Proud vzduchu z trysky společně z přisávanými částicemi odchází otvorem ven z ejektoru přes tlumič vzduchu. [20]

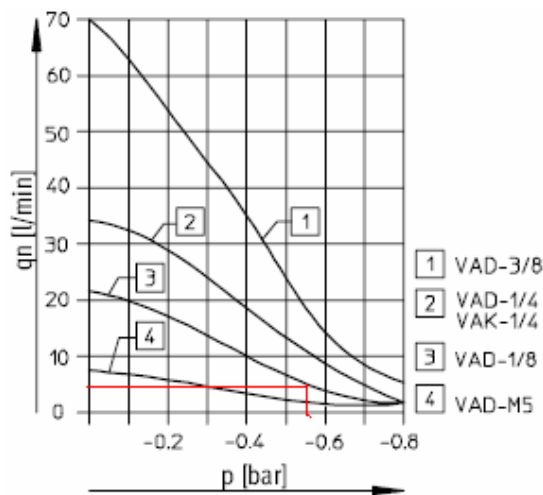
Typy – jednostupňový ejektor
– vícešupňový ejektor

Návrh :

U ejektoru VAS-55-1-4-NBR vycházíme z grafu obr.5-1, lze dosáhnout při provozním tlaku p 0,40MPa vakuum -0,57 MPa. Z druhého grafu obr. 5-2 vyčteme, že při vakuu -0,57 MPa dosáhneme objemového průtoku $Q_n = 5$ l/min. Maximální vakuum tohoto ejektoru je 80% tedy -0,85 MPa.



Obr. 5-1 Vakuum Δp v závislosti tlaku p [21]

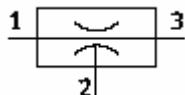


Obr. 5-2 Průtok q_n v závislosti na vakuu p [21]

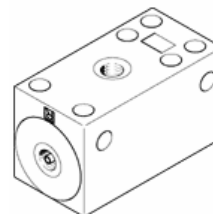
Zvolený ejektor VAS-55-1-4-NBR-36144

č. dílu: 9394

- značka ejektoru



Obr. 5-3 Značka Ejektor VAS-55-1-4-NBR [21]



Obr. 5-4 Ejektor VAS-55-1-4-NBR [21]

parametr	hodnoty
Jmenovitá světlost, Lavalova dýza	1 mm
Montážní poloha	libovolná
Charakteristika ejektoru	vyšší vakuum
konstrukce	Tvar T
Provozní tlak	1.5 – 10 bar
Max. vakuum	80 %
Provozní médium	filtrovaný stlačený vzduch
Teplota medium	-20 - 80°C
Teplota média	-20 - 80°C
Typ upevnění	průchozí dírou
Připojení pneumatiky 1	G 1/4
Připojení pneumatiky 3	G 1/4
Připojení vakua	G 1/4
Upozornění k materiálu	Prosté mědi a PTFE
Informace o materiálu pouzdra	Hliníkový tlakový odlitek

Tab. 5-3 Parametry ejektoru [21]

5. 3 Pneumatický válec

Obecně:

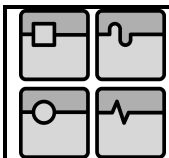
Pneumatické válce různého provedení jsou nejrozšířenějšími prvky používanými k uskutečnění lineárního pohybu (přímočarý vratný) v průmyslu. Většina konstrukcí vychází ze dvou základních typů:

Jednočinné válce – přívod stlačeného vzduchu je pouze na jedné straně

Dvojitinné válce – přívod stlačeného vzduchu je přiváděn z obou straně

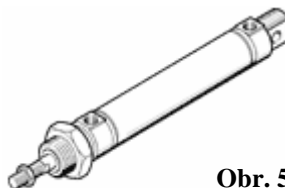
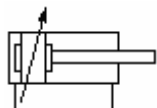
Návrh pneumatického válce

Pracovní tlak	$p_p = 0,6 \text{ Mpa}$
Hmotnost skla	$m_{sklo} = 5,78016 \text{ Kg}$
Atmosférický tlak	$p_{atm} = 100 \text{ kPa}$
Počet zdvihu za minutu	$n_z = 3 \text{ min}^{-1}$
Vnitřní průměr hadice	$d_H = 4 \text{ mm}$



5. 3. 1 Vertikální válec DSN - 25- 400 - PPV

č. dílu: 32300



Obr. 5-6 DSN-25-400-PPV [21]

Obr. 5-5 Značka DSN-25-400-PPV [21]

Výška svislého válce

$$H_h = 400mm$$

Hmotnost konstrukce

$$m_{kh} = 5,6526Kg$$

Celková hmotnost

$$m_{cv} = 10,57Kg$$

Délka hadice

$$H_{v-hadice} = 300mm$$

Síla proti pohybu pístu

$$F_{ch} = m_c \times g = 10,57 \times 9,807 = 103,659N \quad (4)$$

Teoretickou průměr válce

$$D_{p1} = \sqrt{\frac{F_c \times 4}{F_p \times 4}} = \sqrt{\frac{\pi \times 25^2}{0,6 \times 4}} = 15,3mm \quad (5)$$

Síla vyvozená pneumatickým válcem

$$F_{tv} = p_p \times \frac{\pi \times D^2}{4} = 0,4 \times \frac{\pi \times 25^2}{4} = 196,3N \quad (6)$$

Teoretický koeficient zatížení

$$k_{tv} = \frac{F_p}{F_t} \times 100 = \frac{111,741}{196,3} = 0,5692 \quad (7)$$

Koeficient zatížení

$$k_v = \frac{F_p}{F_t} \times 100 = \frac{111,741}{247,4} = 0,4516 \quad (8)$$

Průměrná spotřeba vzduchu

$$Q_{v-pr} = \frac{1,4 \times D^2 \times \pi / 4 \times H \times (p + 0,1) \times n}{10^5} = \frac{1,4 \times 25^2 \times \pi / 4 \times 400 \times (0,4 + 0,1) \times 3}{10^5} = 4,123 \frac{l}{min} \quad (9)$$

Spotřeba vzduchu dána objemem hadic přívodu vzduchu

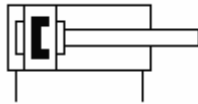
$$Q_{v-hadice} = \frac{1,4 \times d_H^2 \times \pi / 4 \times L \times p \times n}{10^5} = \frac{1,4 \times 4^2 \times \pi / 4 \times 300 \times 0,4 \times 3}{10^5} = 0,0633 \frac{l}{min} \quad (10)$$

Okamžitá maximální spotřeba vzduchu

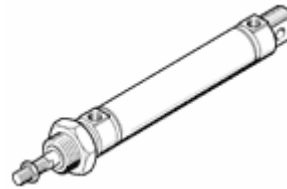
$$Q_{v-okamžitá} = \frac{1,4 \times D^2 \times \pi / 4 \times v \times (p + 1) \times 60}{10^5} = \frac{1,4 \times 25^2 \times \pi / 4 \times 25 \times 0,5 \times 60}{10^5} = 5,1541 \frac{l}{min} \quad (11)$$

5. 3. 2 Horizontální válec DSNU-25-500-P-A

Č. dílu: 35192



Obr. 5-7 Značka DSNU-25-500-P-A [21]



Obr. 5-8 DSNU-25-500-P-A [21]

Výška horizontálního válce

$$H_{sv} = 400mm$$

Hmotnost konstrukce

$$m_{kh} = 10,57Kg$$

Hmotnost skla

$$m_{sklo} = 5,78Kg$$

Celková hmotnost

$$m_{ch} = 16,35Kg$$

Délka hadice

$$H_{h-hadice} = 300mm$$

Síla proti pohybu pístu

$$F_{ch} = m_c \times g = 16,35 \times 9,807 \times 0,2 \times \cos(0) = \underline{\underline{32,06N}} \quad (12)$$

Teoretickou průměr válce

$$D_{p2} = \sqrt{\frac{F_c \times 4}{F_p \times 4}} = \sqrt{\frac{\pi \times 25^2}{0,4 \times 4}} = \underline{\underline{10,10mm}} \quad (13)$$

Síla vyvozená pneumatickým válcem

$$F_{th} = p_p \times \frac{\pi \times D^2}{4} = 0,4 \times \frac{\pi \times 25^2}{4} = \underline{\underline{196,34N}} \quad (14)$$

Koeficient zatížení

$$k_{ch} = \frac{F_p}{F_t} \times 100 = \frac{32,06}{196,34} = \underline{\underline{0,1632}} \quad (15)$$

Koeficient zatížení

$$k_h = \frac{F_p}{F_t} \times 100 = \frac{32,06}{247,4} = \underline{\underline{0,129}} \quad (16)$$

Průměrná spotřeba vzduchu

$$Q_{h-pr} = \frac{1,4 \times D^2 \times \pi / 4 \times H \times (p + 0,1) \times n}{10^5} = \frac{1,4 \times 25^2 \times \pi / 4 \times 500 \times (0,4 + 0,1) \times 3}{10^5} = \underline{\underline{5,15 \frac{l}{min}}} \quad (17)$$

Spotřeba vzduchu dána objemem hadic přívodu vzduchu

$$Q_{h-hadice} = \frac{1,4 \times d_h^2 \times \pi / 4 \times L \times p \times n}{10^5} = \frac{1,4 \times 4^2 \times \pi / 4 \times 300 \times 0,4 \times 3}{10^5} = \underline{\underline{0,063 \frac{l}{min}}} \quad (18)$$

Okamžitá maximální spotřeba vzduchu

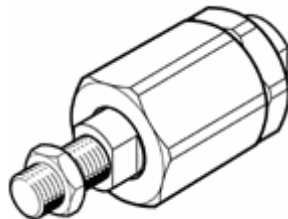
$$Q_{h-okamžitá} = \frac{1,4 \times D^2 \times \pi / 4 \times v \times (p + 1) \times 60}{10^5} = \frac{1,4 \times 25^2 \times \pi / 4 \times 25 \times 0,5 \times 60}{10^5} = \underline{\underline{5,1541 \frac{l}{min}}} \quad (19)$$

Parametr	Válec svislý-DSN-25-400 PPV	Válec vodorovný- DSNU-25-500-P-A
Zdvih	400mm	500mm
Průměr pístu	25mm	25mm
Závít tlumení	M10 x 1,25	M10 x 1,25
Tlumení	PPV: nastavitelné pneumatické tlumení na obou stranách	P: pružné tlumicí kroužky/ desky na obou stranách
Montážní poloha	libovolná	libovolná
Odpovídá normě	ISO 6432	CETOP RP 52P, ISO 6432
Konec pístnice	vnější závít	vnější závít
Konstrukce	píst, pístnice	píst, pístnice
Snímání polohy	bez	pro čidla
Varianty	Jednostranná pístnice	Jednostranná pístnice
Provozní tlak	1 - 10 bar	1 - 10 bar
Provozní režim	dvojčinný	dvojčinný
Provozní medium	Vysušený vzduch, mazaný nebo nemazaný	Vysušený vzduch, mazaný nebo nemazaný
Třída odolnosti korozi KBK	2	2
Okolní teplota	-20 - 80°C	-20 - 80°C
Energie nárazu v koncových polohách	0.3 J	0.3 J
Teoretická síla při 6 barech, zpětný chod	247.4 N	247.4 N
Teoretická síla při 6 barech, dopředný chod	294.5 N	294.5 N
Pohybující se hmotnost při zdvihu 0mm	71 g	71g
Přírůstek hmotnosti na 10 mm zdvihu	11 g	11 g
Základní hmotnost při zdvihu 0 mm	238 g	238 g
Přírůstek hmotnosti na každých 10mm zdvihu	6 g	6 g
Typ upevnění	příslušenstvím	příslušenstvím
Připojení pneumatiky	G1/8	G1/8
informace o materiálu těsnění	Hliník legovaný pro tváření, bezbarvé eloxování	Hliník legovaný pro tváření, bezbarvé eloxování
informace o materiálu pístnice	NBR-U(PU)	NBR-U(PU)
informace o materiálu trubky	Vysoce legovaná nerezová ocel	Vysoce legovaná nerezová ocel

Tab. 5-4 Parametry pneumatických válců [21]

Vyrovnání úhlu u vodorovného pneumatického válce je z důvodů nepřesnosti při výrobě a také z důvodu dlouhého nástavce před požadovaným pracovním zdvihem pneumatického válce. Vyrovnání nepřesnosti je pomocí pružné spojky FK-M10x1,25 – 6140. Pružná spojka FK, jak je vidět v tab. 5-5 umožňuje vyrovnání radiálních a úhlových odchylek (chyba souososti).

č. dílu: 6140

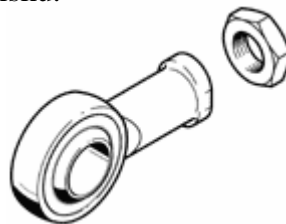


Obr. 5-9 Pružná spojka FK [21]

velikost	M10x1,25
radiální odchylka +/-	0.7mm
vyrovnání úhlu +/-	4 deg
montážní poloha	libovol.
připojení závitem	vnější závit M10x1,25 vnitřní závit M10x1,25
třída odolnosti korozi KBK	2
hmotnost výrobku	210 g
upozornění k materiálu	prosté mědi a PTFE
informace o materiálu zdířky	ocel pozinkováno
Informace o materiálu pouzdra	Ocel, pozinkováno
Informace o materiálu Kloubové hadice	Ocel pozinkováno
informace o materiálu kulového čepu	Cementační ocel
informace o materiálu kulového podložky	Cementační ocel
Informace o materiálu matice	Ocel, pozinkováno
Informace o materiálu pouzdra	Ocel, pozinkováno

Tab. 5-5 Parametry pružné spojky FK [21]

Pro upevnění svislého pneumatického válce jsem zvolil kloubovou hadici SGC-M10x1,25. Kloubová hadice umožňuje sférické upevnění válce pomocí sférického ložiska, upevňují se na závit na pístnici. Nevyžadují údržbu díky kombinaci materiálu ocel/PTFE – s bronzovou tkaninou v kyvném ložisku.



Obr. 5-10 Kloubová hlavice SGS-M10x1,25 [21]

Parametr

kloubová hlavice SGS-
M10x1,25 - 9261

velikost	M10x1,25
vyrovnání úhlu +/-	13deg
montážní poloha	libovolná
Odpovídá normě	CETOP RP 103P
Připojení závitem	Vnitřní závit M10x1,25
Třída odolnosti korozi KBK	2
hmotnost výrobku	70g
Informace o materiálu hlavice	Ocel, pozinkováno
Informace o materiálu ložiska	Bronz, PTFE

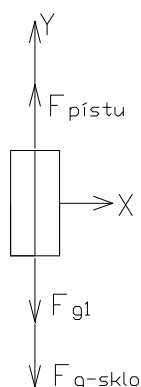
Tab. 1-6 Hodnoty kloubová hlavice SGS-M10x1,25

5. 3.3 Výpočet dynamiky pohybu pístu

Pro pohyb pístu po přísátí pásky skla uvažujeme o třech pohybech zrychleném pohybu, rovnoměrném pohybu. Ty tři pohyby (v čase $t_0 - t_1$, $t_1 - t_2$, $t_2 - t_3$) si rozebereme do třech situací které nastanou po přísátí skla (vyzdvižení pásky skla, posun pásky skla na technologický pás, založení pásky skla).

Vertikální pohyb směrem vzhůru:

- zobrazení sil na prvku
- vyjádřím si pohybové rovnice
- vypočet potřebného tlaku



$$t_{0v} - t_{1v} :$$

$$X : 0$$

$$Y : F_{pístu} - F_{g1} - F_{g-sklo} = ma$$

$$F_{pístu-1} = 111,5 N$$

[20]

$$t_{1v} - t_{2v} :$$

$$X : 0$$

$$Y : \vec{F}_{pístu} - \vec{F}_{g1} - \vec{F}_{g-sklo} = 0$$

$$\vec{F}_{pístu-2} = 103,499 N$$

[21]

$$t_{2v} - t_{3v} :$$

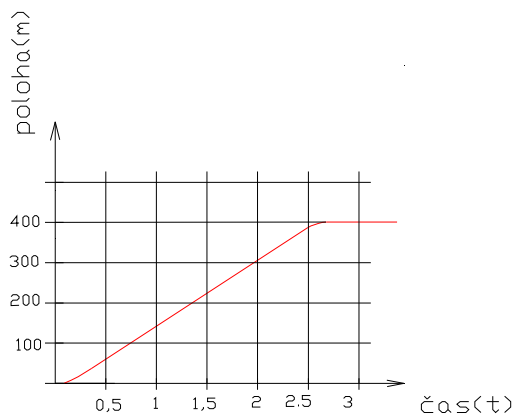
$$X : 0$$

$$Y : F_{pístu} - F_{g1} - F_{g-sklo} = -ma$$

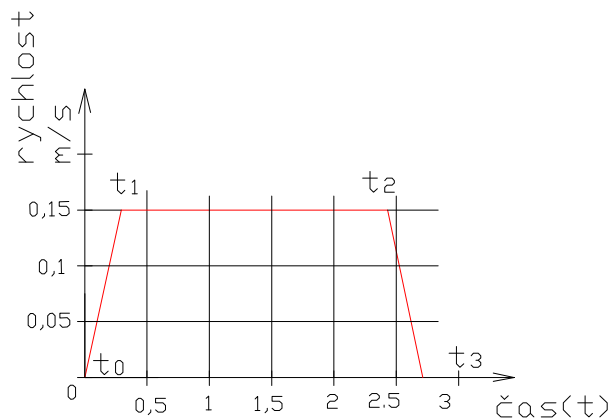
$$F_{pístu-3} = 95,7315 N$$

[22]

Obr. 5-11 zobrazení sil na prvku – vertikální pohyb



Obr. 5-12 Graf závislosti času a rychlosti – vertikální pohyb směrem vzhůru



Obr. 5-13 Graf závislosti času a polohy-vertikální pohyb směrem vzhůru

$$F = p \times S \Rightarrow p = \frac{F}{S}$$

$$p_{\text{provozní}-1} = \frac{247}{\pi \times 0,0125^2} = \underline{\underline{0,503 \text{ Mpa}}} \quad [23]$$

$$S = v \times t \Rightarrow t = \frac{S}{v}$$

$$t_{1H} = \frac{0,03}{0,15} = \underline{\underline{0,2 \text{ s}}} \quad t_{1H} = t_{3H} \quad [24]$$

$$t_{2H} = \frac{0,34}{0,15} = \underline{\underline{2,26 \text{ s}}} \quad [25]$$

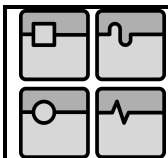
$$t_{c1} = t_{1H} + t_{2H} + t_{3H} = 2,26 + 0,2 + 0,2 = \underline{\underline{2,62 \text{ s}}} \quad [26]$$

$$a_{1H} = \frac{v}{t} = \frac{0,15}{0,2} = \underline{\underline{0,75 \frac{m}{s^2}}} \quad [27]$$

$$F_{\text{pístu}-1} = F_{g1} + F_{g-\text{sklo}} + m \cdot a = \underline{\underline{108,256 \text{ N}}} \quad [28]$$

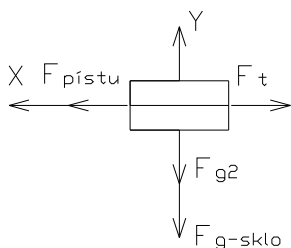
$$P_{\text{provozní}-h} = \frac{F_{\text{pístu}-\text{aktua} \ln i}}{S} = \frac{111,5}{\pi \times 0,0125^2} = \underline{\underline{0,227 \text{ Mpa}}} \quad [29]$$

Nastavuji na škrtecím ventilu na pístu nastavuji 0,227 Mpa



Horizontální pohyb- zasouvání válce

- zobrazení sil na prvku
- vyjádřím si pohybové rovnice
- vypočet potřebného tlaku



$$t_{0h} - t_{1h} :$$

$$X : -F_{th} + F_{pistů} = ma$$

$$Y : -F_{g2} - F_{g-sklo} = 0$$

$$F_{pistů-4} = 44,328 N$$

[30]

$$t_{1h} - t_{2h} :$$

$$X : -F_{th} + F_{pistů} = ma$$

$$Y : -F_{g2} - F_{g-sklo} = 0$$

$$F_{pistů-5} = 32,065 N$$

[31]

$$t_{2h} - t_{3h} :$$

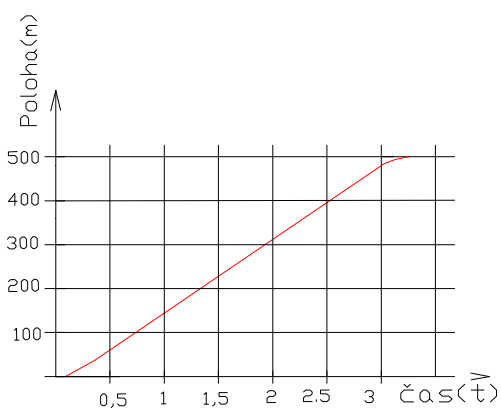
$$X : -F_{th} + F_{pistů} = -ma$$

$$Y : -F_{g2} - F_{g-sklo} = 0$$

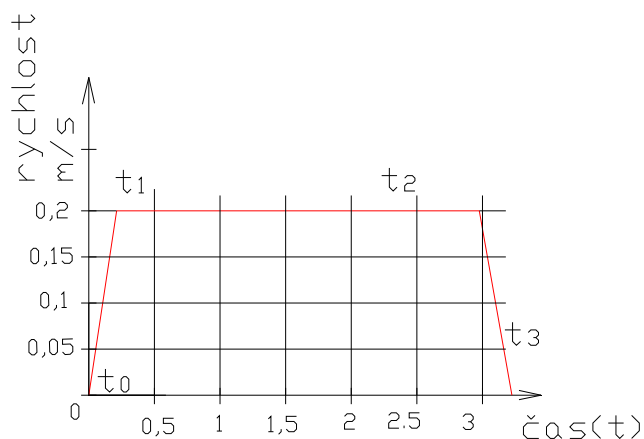
$$F_{pistů-6} = 19,76 N$$

[32]

Obr. 5-14 Zobrazení sil na prvku
horizontální pohyb



Obr. 5-15 Graf závislosti času a polohy-
vertikální pohyb směrem vzhůru



Obr. 5-16 Graf závislosti času a
rychlosti-vertikální pohyb směrem

$$S = vt \Rightarrow t = \frac{S}{v}$$

$$t_{1h} = \frac{0,03}{0,2} = \underline{\underline{0,15s}} \quad t_{1h} = t_{3h} \quad [33]$$

$$t_{2h} = \frac{0,44}{0,15} = \underline{\underline{2,93s}} \quad [34]$$

$$S = t_{1H} + t_{2H} + t_{3H} = 0,15 + 2,93 + 0,15 = \underline{\underline{3,23s}} \quad [35]$$

$$a_{1h} = \frac{v}{t} = \frac{0,2}{0,15} = \underline{\underline{0,75 \frac{m}{s^2}}} \quad [36]$$

[35]

$$F_{pístu-4} = ma + (F_{g2} + F_{g-sklo})0,2 = 16,35 \times 0,75 + 16,35 \times 9,807 \times 0,2 = \underline{\underline{44,328N}}$$

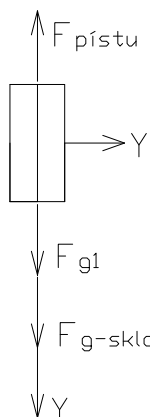
$$P_{provozní-2} = \frac{F_{pístu-aktuální}}{S} = \frac{44,328}{\pi \times 0,0125^2} = \underline{\underline{0,038Mpa}} \quad [37]$$

Nastavuji na škrťicím ventilu na pístu nastavím tlak 0,090 Mpa. [38]

Vertikální pohyb směrem dolů

Tento pohyb je řízen pomocí automatu FEC 30. Pokud by jsem uvažoval o stejném zrychlení a zpomalení jako v případě zasouvání pístu. Síla pístu v tomto případě působí opačně než je pohyb pístu, gravitační síla je větší než síla pístu.

- zobrazení sil na prvku
- vyjádřím si pohybové rovnice



Obr. 5-17 Zobrazení sil na prvku horizontální pohyb 2

$$t_0 - t_1 :$$

$$X : 0$$

$$Y : -F_{pístu} + F_{g1} + F_{g-sklo} = ma$$

$$F_{pístu} = -95,731 N \quad [39]$$

$$t_1 - t_2 :$$

$$X : 0$$

$$Y : -F_{pístu} + F_{g1} + F_{g-sklo} = 0$$

$$F_{pístu} = -103,499 N \quad [40]$$

$$t_2 - t_3 :$$

$$X : 0$$

$$Y : -F_{pístu} + F_{g1} + F_{g-sklo} = -ma$$

$$F_{pístu} = -111,5 N \quad [41]$$

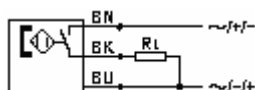
5. 4 Magnetická čidla

Magnetická čidla snímají magnetické pole permanentního magnetu umístěného v pístu válce a tím vlastně nepřímo také polohu pístnice.

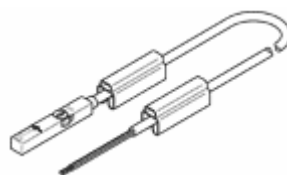
Magnetická čidla se připevňují mechanicky v místě požadované polohy sepnutí, do drážky pohonu nebo pomocí upevňovací sady. Jakmile píst pohonu dosáhne této polohy, změní se stav spínacího signálu. Tento standardizovaný binární signál je propojen např. s volně programovatelným automatem PLC a používá se k řízení procesu. [21]

Zvolil jsem magnetické čidlo SME-8M-DS-24V-K-2,5-OE. Z

č. dílu: 543862



Obr. 5-19 Značka čidla [21]



Obr. 5-18 Magnetické čidlo [22]

Čidlo SME-8M-DS-24V-K-2,5-OE

SME - magnetické čidlo, jazýčkové relé

8M - pro drážku T, nasazuje se shora

DS - spínací, 3 vodiče

24V - 24 V DC

K – standardní

2,5 – délka vedení [m]

OE - volný konec kabelu

Toto čidlo s jazýčkovým relé bylo zvoleno pro válec DSNU-25-500-P-A. Je vhodné pro pohony z drážkou 8. Čidlo je přimontováno pomocí upevňovací sady SMBR-8-25 k tělesu válce a dotaženo pomocí

č. dílu 175096



Obr. 5-20 Upevňovací sada SMBR-8-25 [21]

Parametr	Čidlo SME-8M-DS-24V-K-2,5-OE
Rozsah provozního napětí DC	5 – 30 V
Rozsah provozního napětí AC	5 – 30 V
Spínací výstup	S kontaktem, bipolární
Funkce spínaného prvku	spínač
Max. výstupní proud	500mA
Délka kabelu	0.2 – 10m
Elektrické připojení	3 vodiče kabel
Třída odolnosti korozi KBK	3
Konstrukční tvar	Pro T-drážku
Odolnost zkratu	ne
Princip měření	Jazýčkové relé
Vlastnost vedení	standart
Ochrana proti přepólování	ne
Ukazatel polohy sepnutí	Žlutá LED
Vypínací čas	<=1 ms
Doba sepnutí	<=1 ms
Max. výstupní proud v upevňovacích sadách	80 ba
Max. spínací výkon DC	10 VA
Max. spínací výkon AC v upevňovacích sadách	2.4 VA
Max. spínací výkon DC	10 W
Max. spínací výkon DC v upevňovacích sadách	2.4 W
Zbytkový proud	0 ba
Pokles napětí	1.5 V
Odolnost přetížení	Není k dispozici
Značka CE (viz přihlášení o shodě)	Podle směrnice EU-EMC
Stupeň krytí	IP65, IP68
Okolní teplota při pohyblivém prodloužení kabelu	-5 - 80°C
Okolní teplota	-5 - 70°C
Povolení	C UL us – Recognized (OL) C - Tick
Dotahovací moment	0.6Nm
Hmotnost výrobku	29.8g
Opakovatelná přesnost sepnutí	+/- 0,1mm
Směr výstupu připojení	podélně
Typ upevnění	S možností nasazení do drážky shora pevně přišroubovaná
Upozornění k materiálu	Prosté mědi a PTFE
Informace o materiálu pouzdra	PA vysoce legovaná nerezová ocel
Informace o materiálu pláště kabelu	PUR

Tab. 5-7 Hodnoty magnetického čidla SME

5. 5 Úprava stlačeného vzduchu

Filtrace - Atmosférický vzduch nasávaný kompresorem obsahuje mechanické nečistoty a vlhkost ve skupenství plynném (vodní pára). Pokud dojde ke sloučení vody a kompresorového oleje vznikne velmi lepkavá látka, která může při ztvrdnutí zabránit vzájemnému pohybu jednotlivých součástí. Také mechanické nečistoty (kovové části trubek, úlomky těsnění) působí na jednotlivé prvky pneumatického obvodu. Téměř 90% všech poruch připadá na nevhodné filtrování stlačeného vzduchu.

Přimazávání stlačeného vzduchu – mazání je prováděno pomocí maznice, které rozprašují dávku oleje proporcionálně k protékajícímu objemu stlačeného vzduchu. Jejich součástí je regulační klapka, která v závislosti na průtoku mění průřez konstantní rychlost bez ohledu na jeho průtok. Proud vzduchu, který je přiváděn na vstup maznice, se dělí do dvou proudů. První proud jde pře regulační klapku na výstup, druhý proud jde přes zpětný ventil zpět do nádoby s olejem. [14]

Byla navržena maznice MSB6 – 1/2 : C3 N3 M2 - WP

- 6 – šířka 62mm

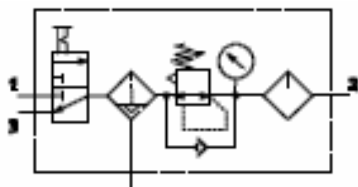
M2- kovová nádobka

Řada MS – kombinace 8 –

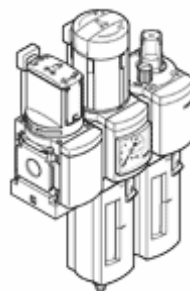
- ruční spínací ventil
- redukční ventil s filtrem
- maznice
- upevňovací úhelník

č. dílu: 531029

Značka filtru



Obr. 5-21 Značka MSB4 – 1/8 FRC:/6 M1 [21]



Obr. 5-22 3D pohled MSB4 – 1/8 FRC:/6 M1 [21]

Parametr	hodnoty
pneumatické připojení	G 1/2
konstrukce	redukční ventil s filtrem a manometrem proporcionální standardní maznice vytvářející olejovou mlhu
redukční funkce	s kompenzací napájecí tlaku se sekundárním odvětráním se zpětným odvětráním konstantním výstupní tlak
upevnění	příslušenstvím
montážní poloha	svisle $\pm 5^\circ$
jemnost filtru [μm]	40(třída čistoty vzduchu na výstupu 3. 7. - dle ISO 8573-1)
ochrana nádobek	ochranný koš z plastu
odpouštění kondenzátu	automaticky
zabezpečení ovládaní	otočná hlavice s integrovaným zámekm
regulační rozsah [bar]	0,3...7
ukazatel tlaku	manometr

Tab. 5-8 Parametry filtru [21]

5. 6 Indukční čidla

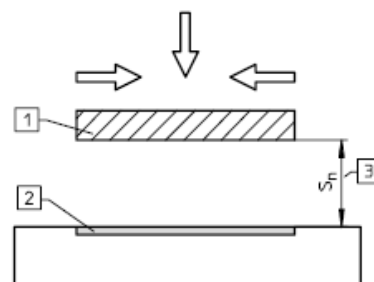
Indukční čidla jsou vysílače signálu, které bezdotykově zachytí funkční pohyby strojů a převedou je na elektrický signál.

Vysílač detekuje nebo zjišťuje všechny elektricky vodivé předměty, které projedou polem vysokofrekvenčního magnetického oscilátoru nebo v tomto poli zůstávají, aniž by se předmět dotkl čidla. Indukční čidla fungují bezdotykově.

Princip funkce

Jakmile se k aktivní ploše indukčního čidla přiblíží v rozsahu uvedené spínací vzdálenosti kovový předmět, čidlo se aktivuje.

- 1 – měřicí deska
- 2 – aktivní plocha
- 3 – měřicí deska



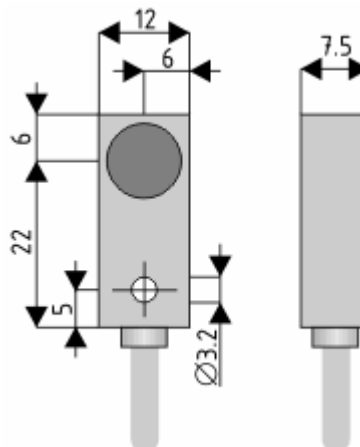
Obr. 5-23 Rozsah indukčního čidla[21]

5. 6. 1 Spodní dojezd

Pro indikaci pohybu Manlišty při pojezdu na sloupec skel bylo třeba zvolit indukční čidlo velmi malých rozměru ,aby se vešlo do U profilu Manlišty, nezavazelo obsluhu při manipulaci se strojem. Zvolil jsem tedy čidlo indukční KS95 C1228-PNP od firmy Kotlin.



Obr. 5-24 Značka KS95 C1228-PNP [21]

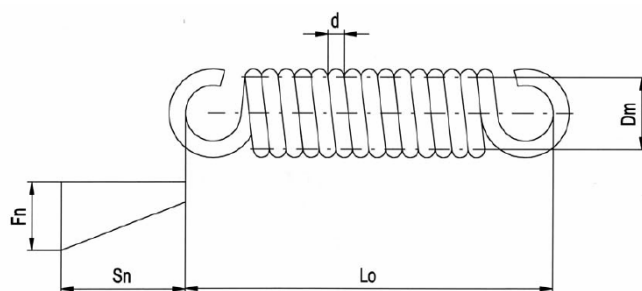


Obr. 5-25 Reálný pohled KS95 C1228-PNP [21]

Typ	KS95 C1228-PNP
Napájení	DC 3/4-DRÁT(10-30V)
Tvar pouzdra	Kvádrový
Průměr (rozměr) pouzdra	7,5x12x28
Typ montáže	Vestavěný
Jmenovitá spínací vzdálenost Sn	2,5mm
Zajištěná vzdálenost Sa	2,2mm
Funkce	PNP spínací
Jmenovité napájecí napětí Ue	24V DC
Napájecí napětí Ub	10-30V DC
Úbytek napětí Ud při Ie	< 3,5V
Jmenovitý pracovní proud Ie	140mA
Proud naprázdno Io	< 5mA
Opakovatelnost R	< 8%
Diferenciální dráha H	< 15%
Četnost pracovních cyklů f	1000Hz
Kategorie užití	DC 13
Stupeň ochrany krytem	IP 67
Provozní teplota okolí	-20+85°C
Ochrana proti zkratu	Ano
Ochrana proti přepólování	Ano
Indikace funkce	Ne
Prvek pro nastavení Sn	Ne
Materiál pouzdra	Pvc-Caw

Tab. 5-9 Parametry indukčního čidla [21]

Indukční čidlo sepne, pokud se ve spínací vzdálenosti nachází kov. V tomto případě nebylo možné připevnit indukční čidlo na Manlištu. Při svislém pohybu dolů, by se měla Manlišta zastavit v těsné vzdálenosti nad sloupcem skel. Indukční čidlo nemá jak sepnout, žádný pohybující kovový předmět se nedostane, do spínací vzdálenosti indukčního čidla. Použil jsem tedy kombinaci indukčního a dojezdové kladky. Jak je vidět na Obr.5-26 mechanická část pouzdra je připevněna na otočném čepu. Při svislém pohybu směrem dolů Manlišty, se kolečko dostane těsně nad sloupec skel a pomalu se začne stlačovat. Na opačné straně mechanické části čidla je plochá část, která přejíždí přes spínací plochu indukčního čidla.

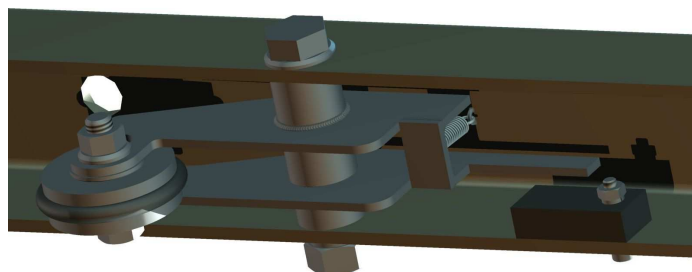


Obr. 5-26 Pomocný pohled pružiny

Parametry	Hodnoty
d_{pp}	0,63 mm
D_{mp}	3,87 mm
L_{op}	15,9 mm
S_{np}	9,04 mm
$F_{Np}[N]$	18,3
$Cp[N/mm]$	1,73
číslo	T390
Cenová skupina	C

Tab. 5-10 Parametry pružiny

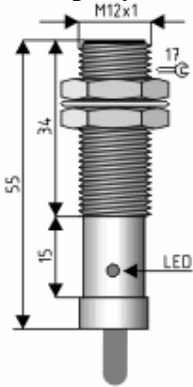
- D_p = tloušťka drátu
- D_{mp} = střední průměr pružiny
- L_{op} = délka pružiny ve volném stavu
- S_{np} = deformace v plně zatíženém stavu
- F_{np} = síla vyvinutá pružinou (N)
- c_p = tuhost pružiny (N/mm)



Obr. 5-27 Reálný pohled konstrukce mechanické části čidla

5. 6. 2 Dojezd do horní polohy

Pro indikaci pohybu manlišty(pomocí pneumatického válce) pro dojezd do počáteční polohy jsem zvolil indukční čidlo, válcového tvaru. Čidlo je upevněno z boční strany k hliníkové profilu pomocí držáku. Čidlo snímá obecně pohyb kovové součástky, v tomto případě snímá pohyb manlišty.



Obr. 5-28 Značka- KS95 C012-U-PNP [23]

Obr. 5-29 Reálný pohled - KS95 C012-U-PNP [23]

Tab. 5-11 Parametry - KS95 C012-U-PNP [23]

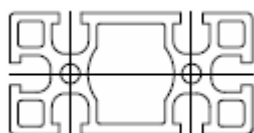
Typ	KS95 C012-U-PNP
Napájení	DC 3/4-DRÁT(10-30V)
Tvar pouzdra	Válcový
Celková délka snímače	55mm
Tvar pouzdra	VÁLCOVÝ
Průměr (rozměr) pouzdra	M12x1
Typ montáže	VESTAVNÝ
Jmenovitá spínací vzdálenost S_n	2,5mm
Jmenovité napájecí napětí U_e	24V DC
Zajištěná vzdálenost S_a	2,2mm
Napájecí napětí U_b	10-30V DC
Úbytek napětí U_d při I_e	< 3,5V
Jmenovitý pracovní proud I_e	140mA
Proud naprázdno I_o	< 5mA
Opakovatelnost R	< 8%
Diferenciální dráha H	< 15%
Četnost pracovních cyklů f	1000Hz
Kategorie užití	DC 13
Stupeň ochrany krytem	IP 67
Provozní teplota okolí	-25....+85°C
Ochrana proti zkratu	Ano
Ochrana proti přepólování	Ano
Indikace funkce	Ne
Prvek pro nastavení S_n	Ne
Materiál pouzdra	CuZn NIKLOVANÝ
Připojení	KABEL 2m

5.7 Konstrukce Manipulátoru

Pro konstrukci manipulátoru jsem zvolil hliníkové profily speciálních tvarů od firmy Aluteckk. Přednosti těchto hliníkových tvarů spočívá v jednoduché montáži aniž by byla vyžadováno speciálních nástrojů nebo svaření, jednoduchosti realizace a rychlosti. Jednoduchost spojení a příslušenství dovozuje snižovat náklady a časy výroby (i přes větší vstupní náklady), zároveň zaručuje velkou pevnost jako svařované konstrukce. Při vysoké složitosti konstrukce je Al konstrukce levnější než svařovaná konstrukce. Díky široké škále produktů a doplňků je možné sestavit jakoukoliv konstrukci. Pro svoji variabilitu je možné konstrukci kdykoliv rozebrat, vylepšit a zpětně složit.

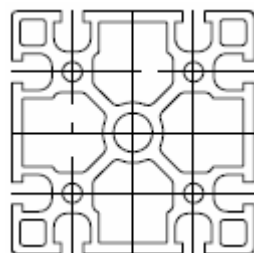
Pro konstrukci manipulátoru jsem zvolil profily 90 x 90, 45 x 90 a doplňující prvky.

Obr. 5-30 Profil 45 x 90 [25]



- kód 104590
- Hmotnost 7,606 kg/m

Obr. 5-31 Profil 90 x 90 [25]



- kód 109090
- Hmotnost 4,11 kg/m

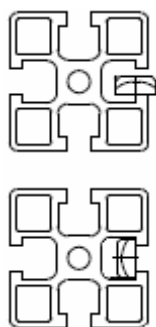
Obr. 5-32 Matice M8 [25]



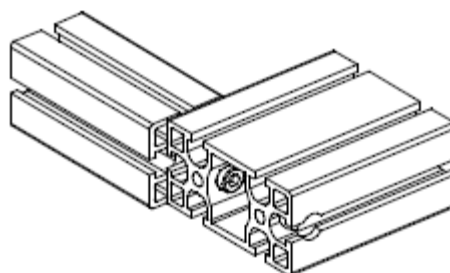
- kód 210800

Druhy montáže které byly zvoleny v konstrukci manipulátoru

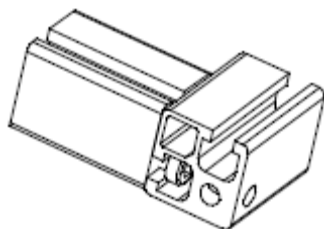
Obr. 5 -33 Vkládání pružin [25]



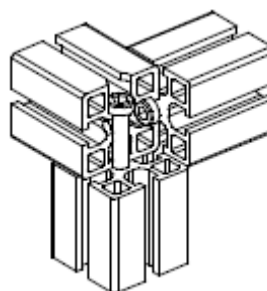
Obr. 5-34 Spojení přes profil [25]



Obr. 5-35 Spojení do drážky [25]



Obr. 5-36 Spojení kříže [25]



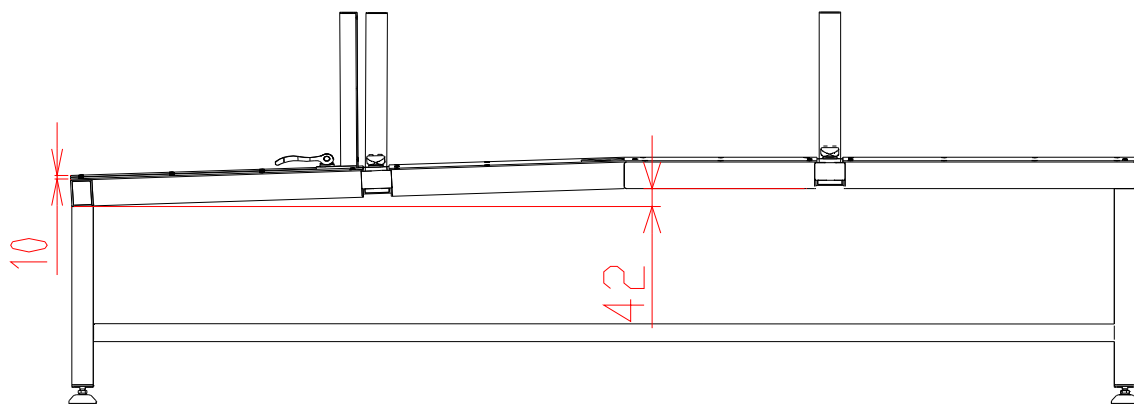
5. 8 Konstrukce zásobovacího stolu

Pro vykonávání správné funkce manipulátoru jsem zhotovil pomocný zásobovací stůl. Zvolil jsem řešení, které odpovídá konstrukci manipulátoru. Stolek o délce 1975mm, šířce 450mm, výšce 550mm zcela postačuje velikosti maximální rozměru pásky skla. Materiál pro vrchní rám stolu jsem zvolil jechl o rozměrech 60mm x 40mm, na nohy stolu jsem použil jechl o rozměrech 40mm x 40mm, na dorazy pásky skla jsem zvolil jechl o rozměrech 40mm x 20mm a 60mm x 30mm.

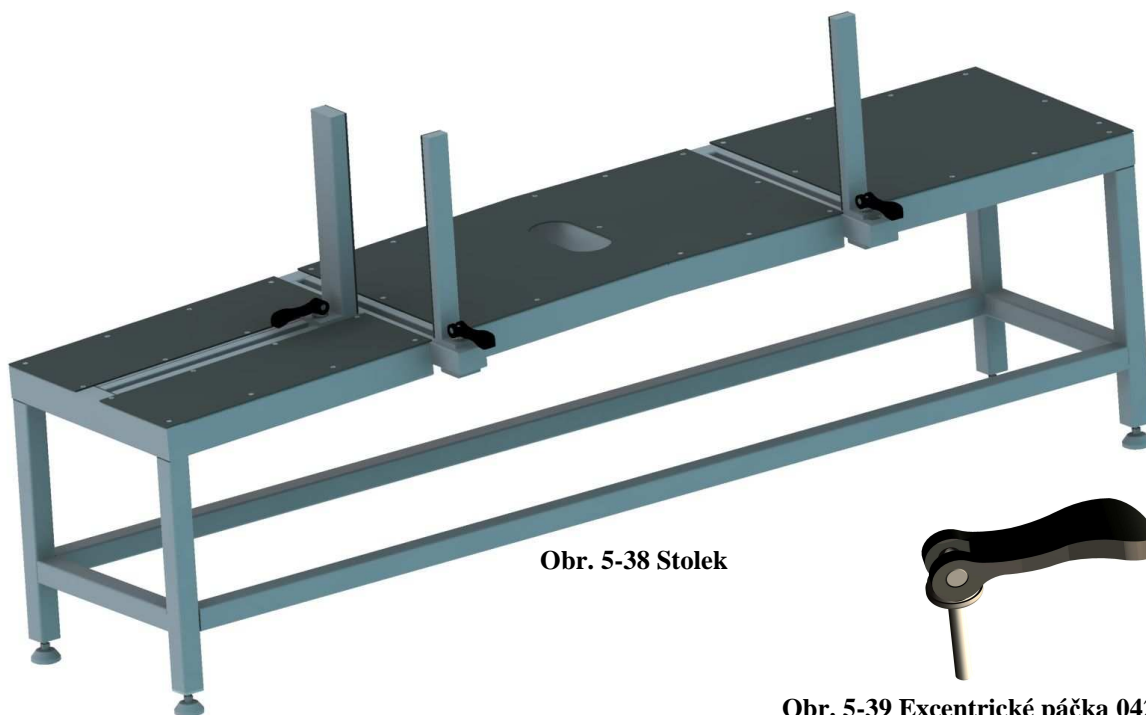
Stolek je zkosen podélně přibližně v polovině. Zkosení podélné umožňuje vyrovnání rozdílných výšek přísavek Standardní a 1,5 měch přísavky. Standardní přísavka a 1,5 měch se liší o 18mm, to znamená zkosení 18mm na délce 372mm. Zvolil jsem tedy podélné zkosení 42mm. Pomocí indukční čidla a zkosení dosednou přísavky a manlišta ve stejný okamžik na sloupec skel. Pomocí skládané přísavky nejdříve odtrhneme pásku skla po úroveň rozhraní sklonu stolu a až poté se páska vyzdvihne. Stolek je zkosen také šířkově 10mm. Zkosení umožňuje, aby sloupec skel byl vždy na dorazu, nebylo potřebné žádné přídavné zařízení.

Vystředění pásky skla pod manipulátor zajišťují dorazy. Jeden na ustavení polohy v příčném směru a dva na ustavení v podélném směru. Zajištění polohy dorazu je pomocí Excentrické páčky 04232 z hliníkové slitiny EN AC-46200. Excentrickou páčku upneme přes šroub M8 na upevňovací kamen mezi vodicí lišty.

Pohyb Manlišty směrem dolů zajišťuje svislý pneumatický válec. Pokud Manlišta s přísavkami dojde nad sloupec skel, mechanická část a indukční čidlo zastaví pohyb Manlišty směrem dolů. Jakmile však se nenachází na zásobovacím stole žádná páska. Mechanická část a indukční čidlo se vysune do prostoru kde se nachází oválný otvor, tedy nenachází se zde žádná páska, není možnost jak by se sepnulo indukční čidlo. Oválný otvor je pojistka, aby přísavky nevyzdvihovali celý stůl. Manipulátor čeká, až obsluha založí další pásky.



Obr. 5-36 Výkres zkosení pásy skla



Obr. 5-38 Stolek



Obr. 5-39 Excentrické páčka 04232

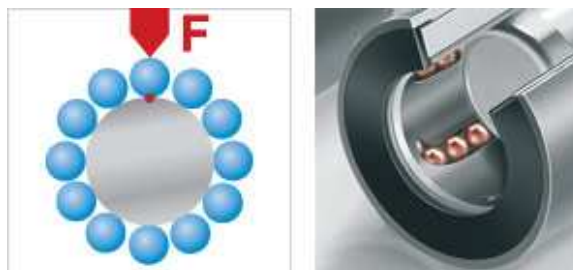
5. 9 Kluzná pouzdra DryLin

Pouzdra DryLin jsou bezúdržbová a bezlubrikační lineární ložiska. Hlavní vlastnosti zahrnují tuhost, stálost vůči nečistotě a odolnost proti vodě, chemikáliím, teple a nárazům.

Porovnání kuličkových a DryLin pouzder.

Výhody:

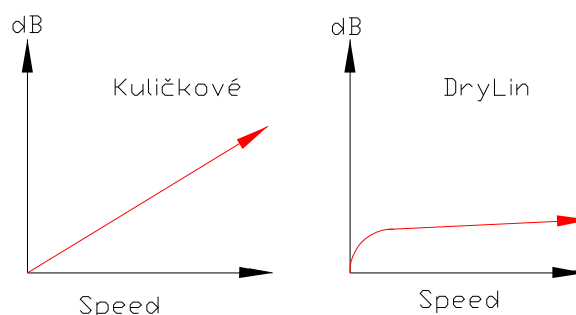
- suchý provoz
- snížení hmotnosti
- pro aplikace s krátkým posuvem
- samomazné
- tichý chod
- odolné proti opotřebení
- odolné proti korozi
- odolné proti nárazům a vibracím
- nízké koeficienty tření
- vysoká statická únosnost
- možné vysoké rychlosti a zrychlení



Obr. 5-40 Kuličkové pouzdro [19]



Obr. 5-41 DryLin [19]



Obr. 5-41 Graf srovnání vývoje hluku [19]

Lineární kluzná ložiska mají k dispozici větší dotykovou plochu, což vede k menšímu povrchovému tlaku. Pouzdra DryLin nejsou závislá na délce pojezdu, je možné použít pro krátké posuvy. Oproti valivým ložiskům nedochází k žádnému mechanickému valení, tudíž je pohyb velmi tichý.

Použití

Kluzná pouzdra DryLin RJUM-01 - 20 jsem zvolil pro vedení vertikálního a horizontálního pohybu manipulátoru. Pouzdra jsou zalisována do hliníkové profilového materiálu 45mm x 90mm . Pro svislý i vodorovný pohyb je použito dvou vodících tyčí o průměru 20mm rovnoběžné vzdálených 270mm. Na z vodících tyčí je umístěn pár kluzných pouzder vzdálených 110mm.

R J U M - 01 – 20

R- uzavřená

J - iglidur J

U - kluzná vložka

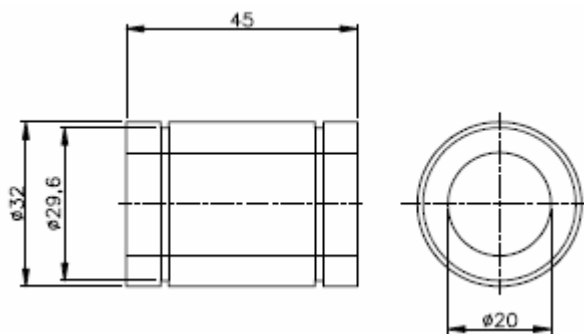
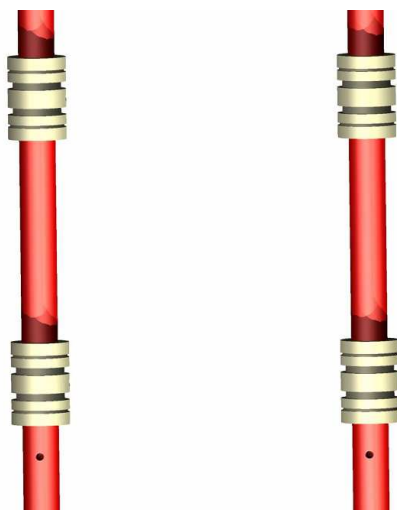
M - Metrické

01 – Standardní

20 - průměr



Obr. 5-43 RJUM – 01 – 20 [19]



Obr. 5-44 Výkres RJUM – 01 -20 [19]

Obr. 5-45 Rozložení pouzder DryLin [19]

5. 10 Energetické řetězy

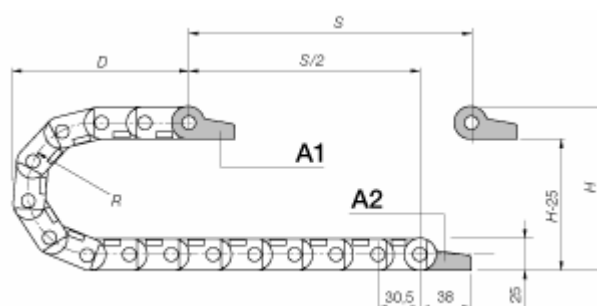
Pro rameno manipulátoru jsem zvolil energetický řetěz Easy Chain. Easy Chain je dostupný ve dvou verzích. Verze první „E“ je kabel a pneu hadice vložen z vnějšku a verzi „Z“. Jedním z hlavních znaků Easy Chain je zkrácená instalační doba a optimální pružnost. Vůči nižší tuhosti není Easy Chain vhodný pro aplikace s velmi vysokým zatížením. Pro aplikaci v manipulátoru jsem zvolil Easy Chain ve verzi „Z“ tedy zevnitř. Easy Chain je možné snadno plnit bez nutnosti otevírání a zavírání vík energetického řetězu.



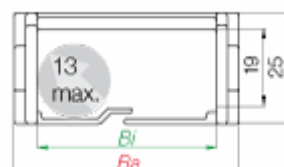
Montážní rozměry

- A1 = Pohyblivý konec
- A2 = Pevný konec
- Rozteč 30,5mm na články
- Délka řetězu = $s/2 + K$

Obr. 5-46 Rozvržení [19]



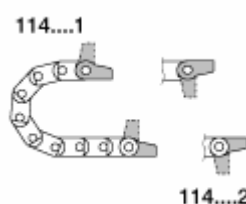
Obr. 5-47 Řetěz boční výkres [19]



Obr. 5-48 Pohled z boku Y14.1.028 [19]

Upevňovací objímky

- Standardní
- Korozi vzdorné

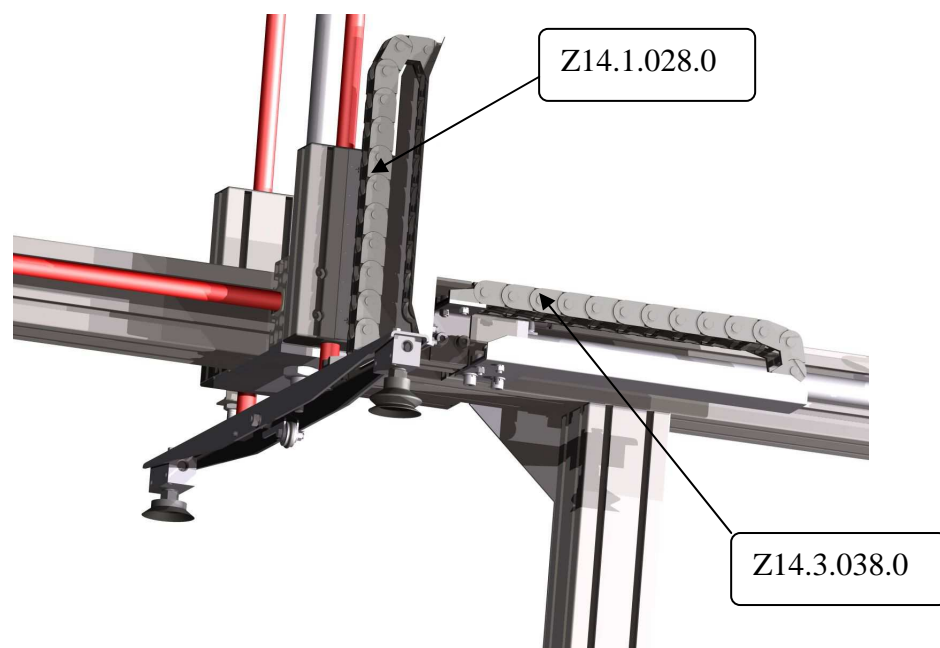


Obr. 5-48 Pojezd řetězu [19]

Parametr	Z14.3.028.0	Z14.1.028.0
Vnitřní šířka B	38 mm	15 mm
Poloměr ohybu R	28 mm	28 mm
Délka pojezdu S	1040 mm	870mm
Délka řetězu	671 mm	610mm
Počet článku na řetěz	22 mm	20mm
Vnější šířka Ba	50mm	27mm
H*	102 mm	82mm
D	71 mm	71mm
Hi	19 mm	19mm
Ha	25 mm	25mm
Hmotnost na článek	13 g	10g
Hmotnost kg/m	0,4 kg	0,31kg

Tab. 5-12 Parametry řetězu [19]

Zvolil jsem dva energetické řetězy dle obr. 5-49. V horizontálním řetězu Z 14.3.028 povede pneumatický rozvod (2x ejektory, svislý pneumatický válec) a elektrický rozvod pro (indukční čidlo KS95 C012-U-PNP, indukční čidlo KS95 C1228-PNP). Ve vertikální energetickém řetězu Z14.1.028.0 povede už jen pneumatický rozvod pro ejektor a elektrický rozvod pro indukční čidlo KS95 C1228-PNP. Rozměry energetických řetězů zcela postačují velikosti pneumatického potrubí a elektrického rozvodu.



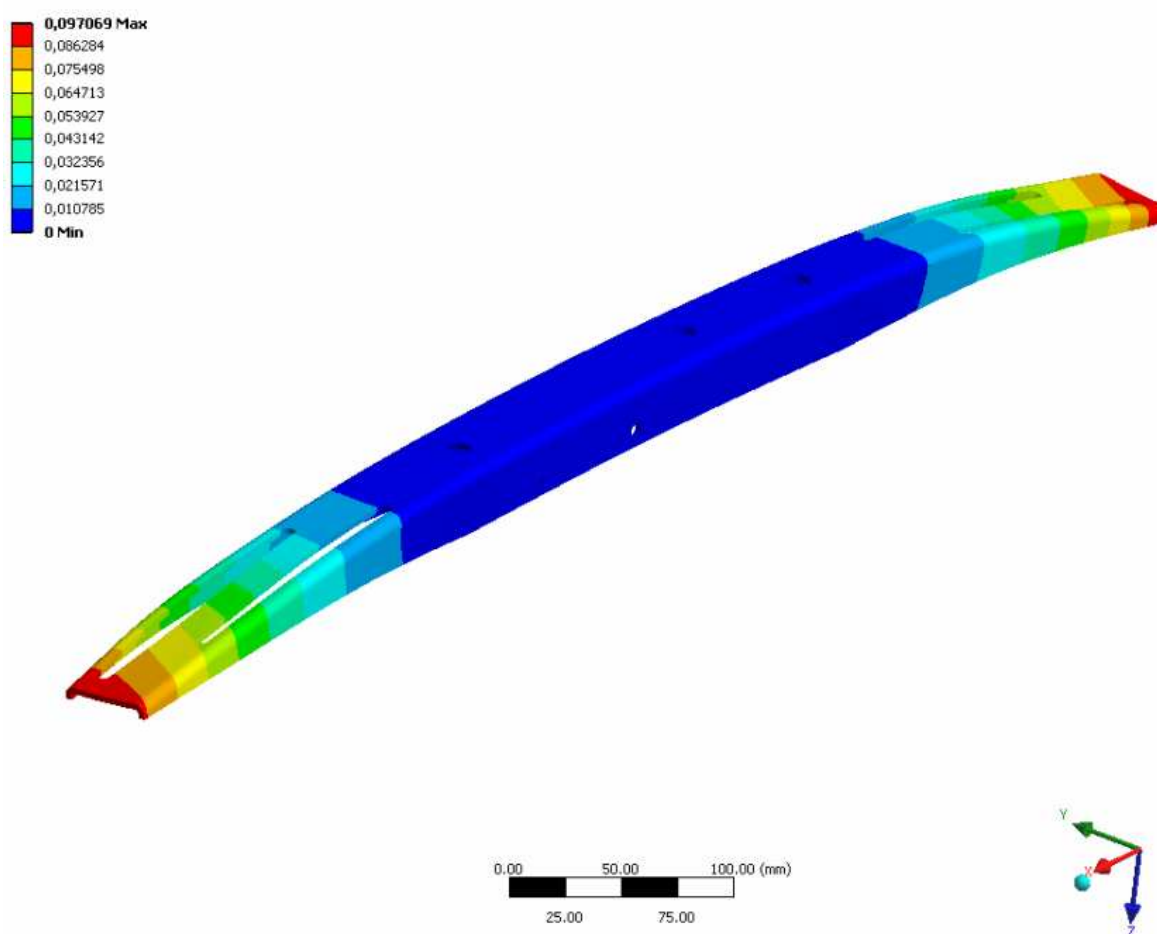
Obr. 5-50 Pohled na energetické řetězy [19]

5. 11. Kontrolní výpočet

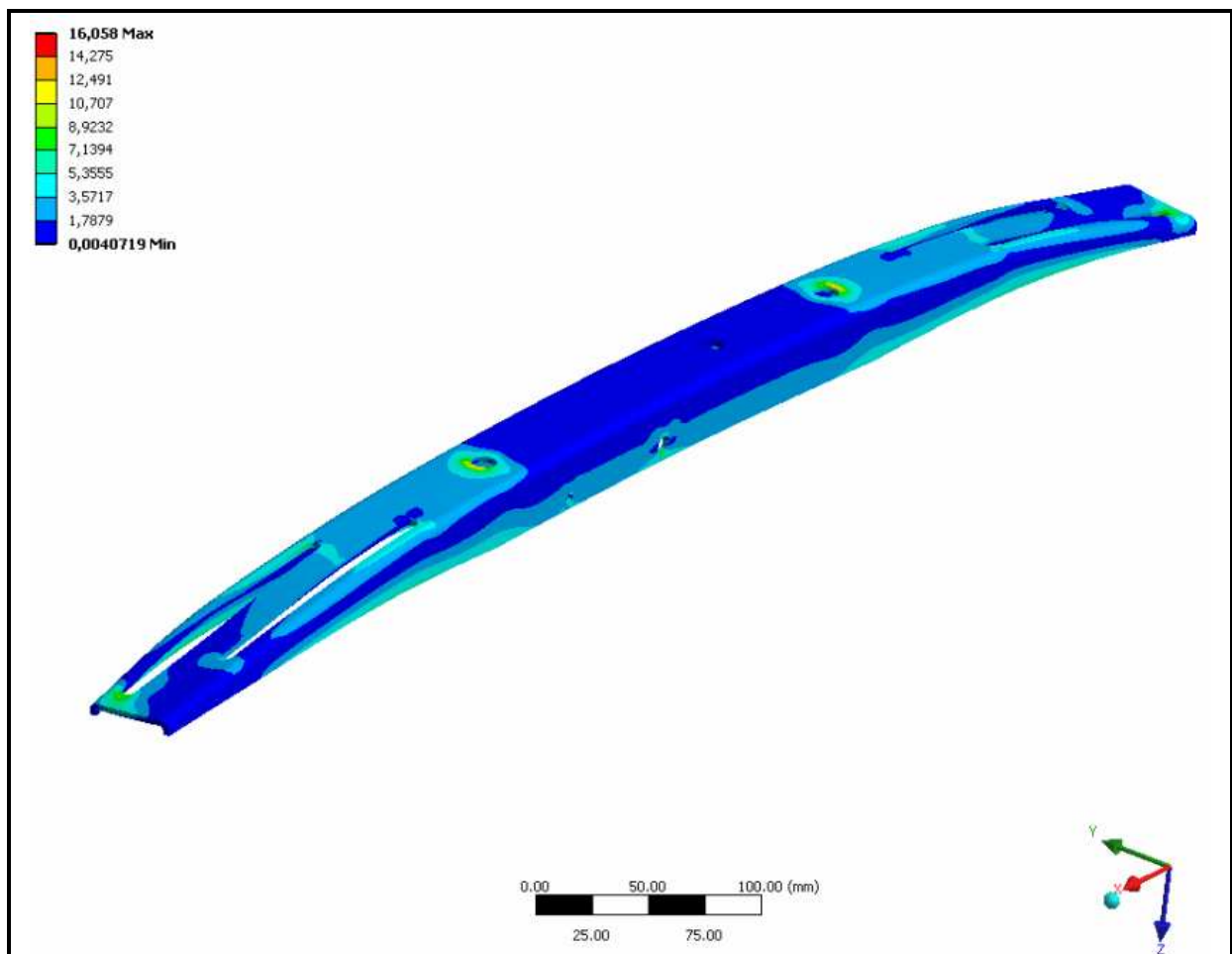
Kontrolní výpočet je proveden z důvodů ověření bezpečnosti vůči meznímu stavu pružnosti a také důvodů zjištění maximálního průhybu při vyzdvihování pásky skla.

5 .11. 1 Kontrolní výpočet Manlišty

U manipulační lišty bylo nutné spočítat maximální průhyb v možné koncové poloze přišroubovaných ejektorů. Protože nelze uvažovat prutovou teorii z důvodů nesplnění prutových předpokladů (střednice není spojitá, zatížení není soustředěno na střednici) zvolil jsem pro výpočet metodu konečných prvků. Na prvku se nacházejí vruby nerovnoměrně rozložené po celé délce manipulační lišty. Z obr.5-50 je patrné, že průhyb 0,097 mm je zanedbatelný.



Obr. 5-51 Deformace Manipulační lišty

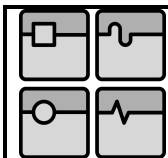


Obr. 5-52 HMH Manlišty

Vypočet bezpečnosti manipulační lišty.

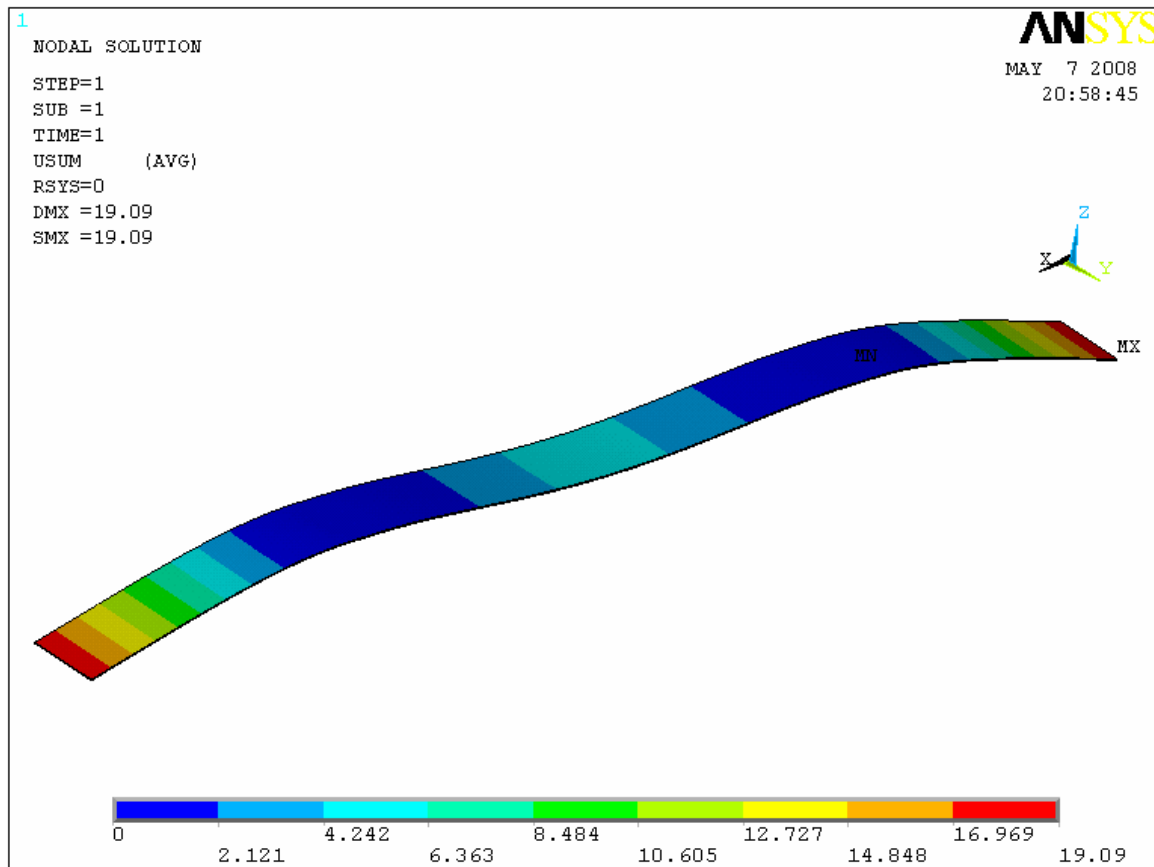
$$K_k = \frac{\sigma_k}{\sigma} = \frac{333}{16,058} = \underline{\underline{20,73}}$$

Z výsledků HMH vyšla bezpečnost 20,73.



5. 11. 2 Kontrolní výpočet pásku skla

Bylo nutné pomocí metody konečných prvků vypočítat také průhyb desky (nejmenší možný rozměr desky), z důvodu manipulace a možného průhybu pásky či jeho možného zlomení. Z obrázku je patrné, že průhyb desky značný. Ale díky velmi malým rychlostem se tímto průhybem počítá.



Obr. 5-53 Průhyb pásku

6. Manipulátor

6. 1. Popis manipulátoru:

Manipulátor slouží jako přídatné zařízení k řezacímu stroji RSK. Celý výrobní stroj (manipulátor, řezací zařízení RSK) je elektronicky řízen pomocí (již navrženého) volně programovatelného automatu FEC 30 od firmy Festo. Volně programovatelný automat má 28 vstupů a 28 výstupů. V plném rozsahu zaujme všechny požadované funkce manipulátoru, řezacího zařízení RSK a jejich elektronických komponent.

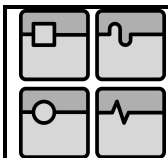
Počáteční poloha manipulátoru se nachází v zasunuté poloze obou pneumatických válců, jak je vidět na [obr.1] v poloze A. Pomocí elektronického ventilu se dostane z centrálního obvodu ($p = 0,4\text{Mpa}$) do vodorovného pneumatického válce stlačený vzduch, válec se vysune do konečné polohy B. viz [obr.1]. Magnetické čidlo, upevněné pomocí upevňovací sady, vyšle signál programovatelnému zařízení FEC 30, pro vysunutí svislého pneumatického válce pomocí bistabilního ventilu. Délka vysunutí a tedy konečná poloha svislého pneumatického válce je závislá na počtu pásky skel umístěných na zásobovacím stole, které zjišťujeme pomocí indukčního čidla a mechanické části indukčního čidla.

Indukční čidlo se připevňuje na Manliště. Při vysouvání svislého pneumatického válce se stlačuje kolečko a natahuje pružina mechanické části čidla. Při stlačení kolečka páskem skla, se na druhé straně mechanické části čidla otočí plochá část. Plochá část se dostane do spínací vzdálenosti indukčního čidla, čidlo se sepne svislý pneumatický válec se zastaví.

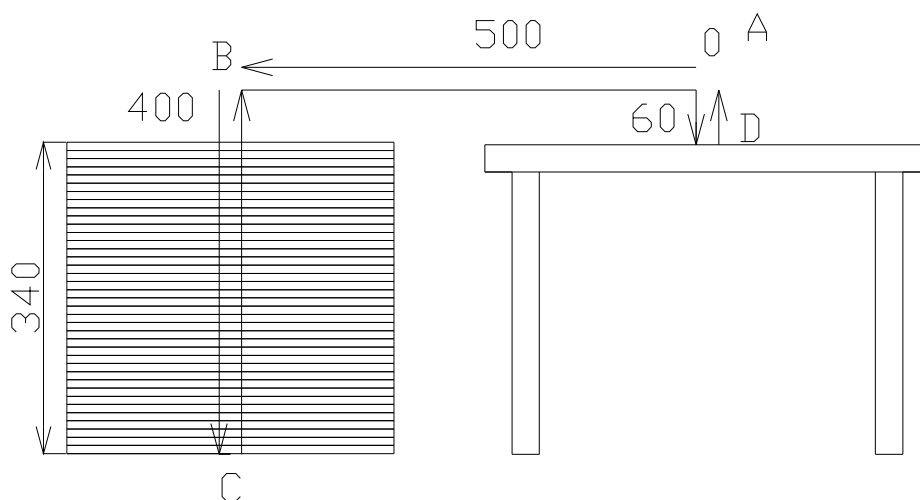
Při přiblížení pneumatických přísavek na pásy skla se nejdříve, pomocí bistabilního ventilu, sepne skládaná přísavka. Skládaná přísavka odtrhne pásku skla od zbytku skel. Páska skla se dostane do stejné výšky jako je pod standardní přísavkou a po té se vyzdvihne pásky skla do konečné polohy pomocí svislého pneumatického válce do polohy B [obr.1]. Z polohy B pomocí vodorovného pneumatického válce se pásky skla přesune do počáteční polohy A. Výška technologické pásy a nejvyšší pásky skla pro založení je stejná. Při vyzdvížení dochází k průhybu skla, manipulační chod 60mm nad úroveň nejvyšší založené pásy, zcela postačuje pro manipulaci.

Z počáteční polohy A do koncové polohy D se pásky skla dostane pomocí řízeného toku proudu vzduchu. Vysunutí svislého pneumatického válce je docíleno programovatelným automatem FEC 30. Po vysunutí pásy skla do konečné polohy D, se uvolní vakuum v přísavkách a pásky dosedne na technologický pás. Manipulátor se ustaví do počáteční polohy a čeká na pokyn k založení.

Založení se uskutečňuje pomocí programovatelného automatu FEC. Jakmile pásky skla dosedne na technologický pás. Pás se rozjede pomocí elektromotoru s převodovkou a přesune pásky skla pod řezací zařízení. Na řezacím se nachází 4 optická čidla, které detekují pohyb skla. Pokud jsou všechny čtyři čidla sepnuta, může řezací zařízení vykonávat svojí funkci. Jakmile není jedno z čidel sepnuté, programovatelný automat dá signál pro pojezd technologického pásu. Při dalším negativním detekování optických čidel, je dán požadavek programovatelným automatem na založení pásy skla.

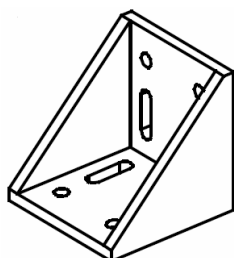


DIPLOMOVÁ PRÁCE

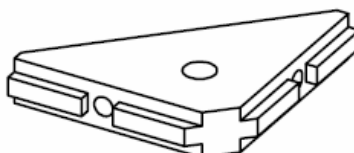


Obr. 6-1 Rozsah pohybu manipulátoru

Přípevnění manipulátoru ke konstrukci řezacího zařízení je pomocí několika rohových výztuh 1x M16 viz [Obr.2] těsně na zadní stranu, Manipulátor je svislé poloze a uzpůsoben pro odebrání pásu skla. Zásobovací stůl je upevněn



Obr. 6-2 Rohová výztuha



Obr. 6-3 Rohová výztuha 1 x M16

7. Provozně bezpečnostní předpis

7. 1 Všeobecné ustanovení

Manipulátor na pásy skla a zásobovací stolek byl vyroben podle výkresové dokumentace. Při výrobě byli dodrženy platné normy ČSN a podmínky uvedené v dokumentaci. Manipulátor je možné obsluhovat jedním pracovníkem, který zároveň nastavuje dorazy na zásobovacím stolku.

7. 2 Popis zařízení

7. 2. 1 Technické parametry

Manipulátor

Výška stroje :	1725mm
Šířka stroje	1465mm
Délka stroje	810mm
Hmotnost stroje	42,204Kg
Tlakový vzduch	0,35 – 0,8Mpa
Spotřeba	cca 10m ³ směna

Stolek

Výška	1976mm
Šířka	450mm
Délka	560mm
Hmotnost	43,510kg

7. 2. 2 Popis základních skupin stroje

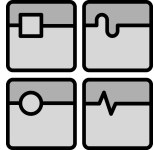
- Manipulátor na pásy skla
- Pneumatický rozvod
- Zásobovací stolek

Ad a) Manipulátor na pásy skla

Manipulátor je upevněn na zadní části dopravníku. Je proveden jako výsuvné rameno s vyložením 1000mm. Na konci ramene je posuvné uloženo zařízení se svakami. Toto zařízení je posuvné nahoru a dolů dle požadavků. Pohyb manipulátoru je zajištěn pomocí lineárních motorů. Krajní polohy lineárních pneumatických válců jsou snímány indukčním a magnetickým čidlem. Manipulátor je schopen založit pásku o maximální délce 1800mm, šířce 360mm a tloušťce 3mm.

Ad b) Pneumatický rozvod

Tlakový vzduch je ke stroji přiváděn centrálním rozvodem tlakovou hadicí o průměru 8mm. Přes vypínací ruční ventil. Tlakový vzduch je upravován v úpravné jednotce, nastavují zde pracovní přetlak a je zde přimazáván z kapací maznice v úpravné jednotce. Pro mazání je použit obyčejný motorový olej, případně ložiskový olej J3. Pro kvalitní mazání stačí jedna kapka přibližně za dvě minuty.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 58
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

Ad c) Zásobovací stolek

Zásobovací stolek slouží pro vystředění pásu skla pod přísavky. Pro vystředění slouží dorazy, které je možno přesouvat po vodících lištách pomocí excentrických upínek.

7. 3 Montáž zařízení

Stroj je postaven na pracovní plochu, ustaven pomocí šroubu stavěcích patek. Rovinatost je zajištěna pomocí vodováhy. Přiroubování stolku k manipulátoru je pomocí komponent firmy alutec. Po připojení do rozvodu pneumatiky a zavedením elektrického zařízení je stroj připraven do provozu.

7. 4 Způsob uvedení do provozu a obsluha

Na zásobovací stůl umístíme sloupec pásu skel, aby nepřesahovali přes nastavovací dorazy. Je nutno dbát k přitlačení pásu skel k dorazům. Založení pásu skel je počáteční úkon na celém zařízení. Při nesprávném založení pásu skel na zásobovací, nesprávně založí manipulátor pásu skla na technologický pás řezací zařízení nesprávně vyřeže kolečko. Je třeba dbát na správném umístění sloupce skel!

Manipulátor nastavíme na střed pásu skla

7. 5 Údržba a čištění

Manipulátor nevyžaduje velkou údržbu. Do kapací maznice je třeba dolít mazací olej (používá se motorový olej J3). Je třeba nastavit a po té kontrolovat nastavení maznice na mazání 1 kapka za cca 2 minuty. Jednou týdně je třeba namazat olejem vodící lišty manipulátoru. Manipulátor nutno čistit od střípku a nečistot, vzniklých při řezání koleček.

7. 6 Pokyny pro možné poruchy

Při hlučném přesouvání pneumatického válce po vodících lištách. Jsou buď nečistoty na vodících lištách a je nutné očištění a namazání olejem. Nebo jsou opotřebené kluzná pouzdra DryLin a je nutná výměna.

Při velmi hlasitém klepání pneumatického válce po dojezdu do koncových poloh. Je zřejmě prasklé těsnění tlumení koncových poloh a je nutná výměna. Při netěsnosti pneumatického válce jsou poškozeny těsnící kroužky a je nutná výměna.

7. 7 Bezpečnostní pokyny

Pro bezpečný provoz jakéhokoliv zařízení je nutno mít řádně poučenou a přezkoušenou obsluhu. Zařízení tedy smí obsluhovat obsluha seznámena bezpečnostními předpisy.

7. 8 Všeobecný bezpečnostní pokyn

A) Příkazy

1. Při manipulaci s plochým sklem, uloženým v přepravních bednách musí pracovníci s maximální opatrností. Stabilitu stojanu musí udržovat nejméně dva pracovníci.
2. Každou tabuli musí pracovníci velmi pečlivě prohlédnout, zda se na tabuli nenacházejí praskliny, které by mohli způsobit lom při manipulaci
3. Před položením tabule na stůl, musí být ze stolu odejmuty všechny předměty , které by mohli způsobit lom tabule.
4. Prostor okolo zásobovací stolu musí být dostatečně veliký. Pro snadné založení.
5. Pracovník si musí po uchopení tabuli opatrně opřít hranu stolu a položit na umělohmotnou desku stolu. tabuli musí držet volně, nesmí tabuli svírat v ruku, mohlo by dojít k odlomení části tabule a jejímu pádu na zem.
6. Papír po vybalení pásek z beden se musí odkládat na určené místo v dílně.
7. Při přenášení pásky skla musí pracovníci používat ochranné kožené rukavice. Pásky skla musí přenášet otočené na hranu, mohlo by dojít k prasknutí pásky skla a jejímu následnému pádu.
8. Pracovníci musí používat ochranný oděv a pracovní boty s

B) Zákazy

1. Při manipulaci z bednami musí pracovníci postupovat opatrně a nesmí se pohybovat v prostoru možného pádu skla. Musí stát bokem.
2. Na pracovišti nesmí pracovník pracovat osamoceně. Z důvodu možného zranění.
3. Bez ochranný zápěstí je zakázána jakákoliv manipulace s páskami skla.
4. Platí zákaz zasahování do elektrického zařízení
5. Zakazuje se jakýmkoliv materiálem zastavovat únikové cesty a znemožnit možný unik při jakémkoliv nebezpečí.

7. 9 Seznam pracovních pomůcek

1. Ochranné brýle
2. Kožené rukavice pro manipulaci z pásky skla
3. Přiléhavé měkké prstové rukavice.
4. Ochrana zápěstí
5. Pevné kožené boty.
6. Na pracovišti musí být vybavená lékárnička. Vybavená dostatečným materiálem pro možné řezné poranění.

8. Závěr

V diplomové práci se podařilo vytvořit jednodušší řešení přesouvání pásu skla ze zásobovacího stolu na technologický dopravník. Zároveň je splněna podmínka pro bezpečnost při vyzdvížení jednoho pásu skla, nehrozí již havárie. Toto zajištění je pomocí bistabilních ventilů, při výpadku elektrické energie zůstane manipulátor na místě a již není dál pohybován.

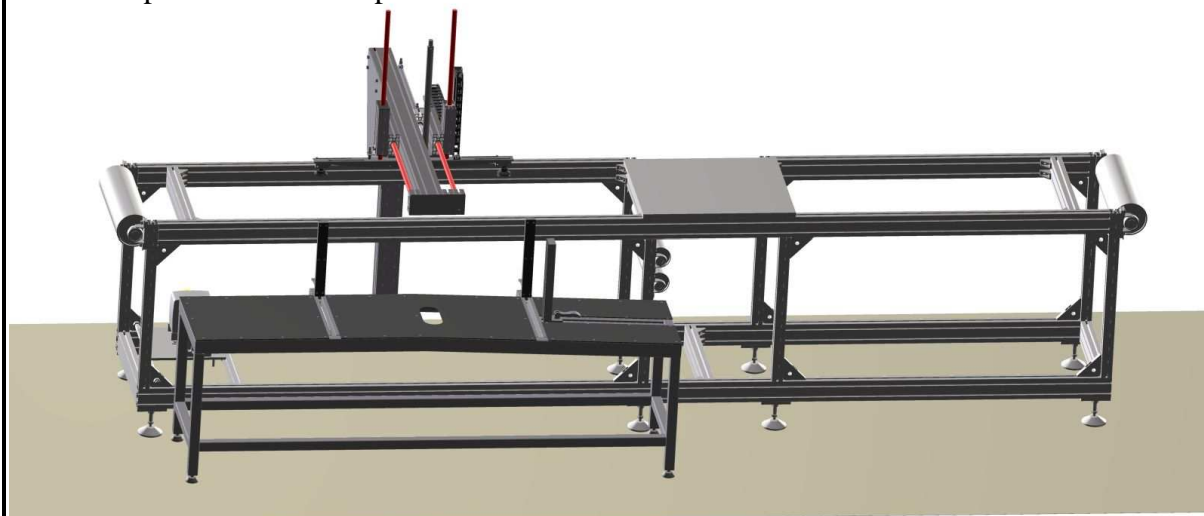
Zjednodušená obsluha stroje, přestavení z jiného pásu je snadnější. Z toho vyplívá kratší manipulační čas na přestavení stroje pro jiný druh pásu. Výsledkem je vyšší produktivita stroje. Výsledná nepřesnost na nastavení je stejná jako na založení na technologický pás.

Byly nahrazeny kluzná pouzdra za pouzdra Dry-Lin. U těchto pouzder je vyšší bezpečnost a životnost než u klasických kluzných pouzder. Mohou pracovat i suchém prostředí a není potřeba dbát velký důraz na údržbu, ale je nutné je mazat olejem.

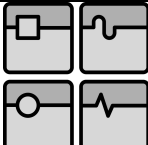
Původní konstrukce tohoto manipulátoru byl svařenec. Nahrazením konstrukce z hliníkových profilů od firmy Aluteck přineslo značné výhody. Tato konstrukce je velmi pevná a snadno smontovatelná. Jsou sníženy náklady na svařování a čas výroby je mnohem kratší. Pouze stolek byl vyroben jako svařenec z důvodu zkosené konstrukce.

Jedinou nevýhodou tohoto manipulátoru jsou větší rozměry než u původního manipulátoru.

Celý manipulátor je řízen automatem Fec 30. Začlenění manipulátoru do samotného automatu provádí firma kooperativa.

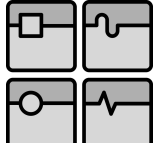


Obr. 8-1 Hotový manipulátor

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 61
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

9. Použitá Literatura

- [1] Jan Leinveber - Pavel Vávra.: Strojnické tabulky – třetí doplněné vydání, Praha, 2006, ISBN 80-7361-033-7
- [2] P. Vávra – J. Leinveber.: Strojnické tabulky pro Sou, Praha, 1984, 04-232-84
- [3] Petr Fořt, Jaroslav Kletečka.: Autodesk Inventor – Funkční navrhování v průmyslové praxi – 2.aktualizované vydání, Brno, 2007, ISBN 978-80251-1773-6
- [4] Jiří Marek.:Konstrukce CNC obráběcích strojů, 2006, ISSN 1212-2572
- [5] Karel Přikryl, Eduard Malenovský, :Úlohy z Kinematiky, Brno, 2005, ISBN 80-214-2952-6
- [6] Přemysl Janíček, Emanuel Ondráček, Jan Vrbka, Jiří Burša, Mechanika těles – Pružnost a Pevnost I, Brno;VUT Brno 2004, ISBN 80-214-2592-X
- [7] Přemysl Janíček, Zdeněk Florian, Mechanika Těles – Úlohy z pružnosti a pevnosti I, Brno, 2004, ISBN 80-214-2655-1
- [8] Pavel Svoboda, Jan Brandeis, František Prokeš.: Základy konstruování, Brno, 2003, ISBN 80-7204-306-4
- [9] Evžen Sobek, Jan Brandejs, Jiří Dvořáček, Pavel Mazal, Pavel Svoboda, : Základy konstruování – Návodů pro konstrukční cvičení, Brno, 2002, ISBN 80-214-2090-1
- [10] Dietmar Schmid a kolektiv, Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku, Brno, 2005, ISBN 80-86706-10-9
- [11] Jaroslav Vaďura , Hydraulické a pneumatické mechanizmy, Brno, 1987, 55-623-87
- [12] Zdeněk Kolíbal, Radek Knoflíček, Morfologická analýza stavby průmyslových robotů, Viena Košice, 2000, ISBN 80-88922-27-5
- [13] B.Chvála, R.Matička, J.Talácko, Průmyslové roboty a manipulátory, Praha, 1990, ISBN 80-03-00361-X

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 62
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

Katalogy

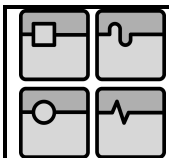
- [14] Katalog SMC Training - Stlačený vzduch a jeho vydání
- [15] Katalog SMC - Přehled výrobků 06/2
- [16] Katalog IGUS - Pouzdra, Flexibilní kabely, Energetické řetězy
- [17] Katalog Festo

WWW stránky

- [18] Marek industrial a.s - firemní internetové stránky, 20.3.2008, <www.marek.eu>
- [19] IGUS - firemní internetové stránky, 20.3.2008, <www.igus.cz>
- [20] Smc - firemní internetové stránky, 18.1.2008, <www.smc.cz>
- [21] Festo - firemní internetové stránky, 20.1.2008, <www.festo.cz>
- [22] Kooperativa výrobně obchodní družstvo - firemní internetové stránky, 18.1.2007, <www.kooperativa-vod.cz>
- [23] Kotlin - senzory - firemní internetové stránky, 18.1.2008, <www.kotlin.cz>
- [24] Feron - firemní internetové stránky, 18.1.2008, < www.feron.cz>
- [25] Společnost Alutec K&K - firemní internetové stránky, 18.1.2008, a.s., <www.aluteckk.cz>
- [26] KABELSCHLEPP GMBH - firemní internetové stránky, 18.4.2008, <www.kabelschlepp.cz>
- [27] www.upv.cz

10. Seznam použitých symbolů

Značka	Jednotka	Význam
a	$[m/s^2]$	zrychlení teoretické
a_{1h}	$[m/s^2]$	zrychlení horizontálního pístu
a_{1v}	$[m/s^2]$	zrychlení vertikálního pístu
d_p	N/mm	tuhost pružiny
d_t	[mm]	teoretický průměr savky
d_k	[mm]	průměr savky z katalogu
d_h	[mm]	vnitřní průměr hadice
d_{p1}	[mm]	teoretický průměr válce horizontální
d_{p2}	[mm]	teoretický průměr válce vertikální
d_p	[mm]	tloušťka drátu
d_{pm}	[mm]	střední průměr pružiny
F_{sklo}	[N]	gravitační síla od hmotnosti skla
$F_{teoretická}$	[N]	teoretická síla přísavky
F_{cv}	[N]	celková síla vertikální
F_{ch}	[N]	celková síla horizontální
F_{tv}	[N]	síla vyvozená pneumatickým válcem horizontálním
F_{th}	[N]	síla vyvozená pneumatickým válcem vertikálním
$F_{pístu}$	[N]	síla vyvozená pístem teoretická
F_{g1}	[N]	gravitační síla od hmotnosti konstrukce 1
F_{g2}	[N]	gravitační síla od hmotnosti konstrukce 1
F_{th}	[N]	třecí síla
F_1	[N]	síla od pístu v useku 1
F_2	[N]	síla od pístu v useku 2
F_3	[N]	síla od pístu v useku 3
F_4	[N]	síla od pístu v useku 4
F_5	[N]	síla od pístu v useku 5
F_6	[N]	síla od pístu v useku 6
F_7	[N]	síla od pístu v useku 7
F_8	[N]	síla od pístu v useku 8
F_{NP}	[N]	síla vyvinutá pružinou
F_9	[N]	síla od pístu v useku 9
g	$[m/s^2]$	tíhové zrychlení
H_v	[mm]	výška vertikálního válce
H_h	[mm]	výška horizontálního válce
$H_{v-hadice}$	[mm]	délka hadic k horizontálnímu válci



DIPLOMOVÁ PRÁCE

$H_{h-hadice}$	[mm]	délka hadic k vertikálnímu válci
K_{th}	[mm]	teoretický koeficient zatížení horizontálního válce
K_h	[mm]	koeficient zatížení horizontálního válce
K_{tv}	[mm]	teoretický koeficient zatížení vertikálního válce
K_v	[mm]	koeficient zatížení vertikálního
L_{op}	[mm]	délka pružiny
m_{sklo}	[Kg]	hmotnost skla
m_{kv}	[Kg]	hmotnost konstrukce pro vertikální pohyb
m_{kh}	[Kg]	hmotnost konstrukce pro horizontální pohyb
m_c	[Kg]	celková hmotnost
N_z	[1]	počet zdvihů za minutu
$P_{provozní-1}$	[MPa]	provozní tlak nastavený na vertikálním válci
$P_{provozní-2}$	[MPa]	provozní tlak nastavený na horizontálním válci
P_p	[KPa]	pracovní tlak
P_v	[KPa]	předpokládané vakuum
P_{atm}	[MPa]	atmosférický tlak
Q_{h-pr}	[l/min]	průměrná spotřeba vzduchu horizontálního válce
$Q_{h-hadice}$	[l/min]	spotřeba vzduchu dána přívodem horizontálního válce
$Q_{h-okamžitá}$	[l/min]	okamžitá spotřeba vzduchu horizontálního válce
Q_{v-pr}	[l/min]	průměrná spotřeba vzduchu vertikálního válce
$Q_{v-hadice}$	[l/min]	spotřeba vzduchu dána přívodem vertikálního válce
$Q_{v-okamžitá}$	[l/min]	okamžitá spotřeba vzduchu vertikálního válce
S_{np}	[mm]	deformace v plně zatíženém stavu
t_{0h}	[s]	čas v bodě nula horizontálního pohybu směrem k pásu
t_{1h}	[s]	čas v bodě jedna horizontálního pohybu směrem k pásu
t_{2h}	[s]	čas v bodě dva horizontálního pohybu směrem k pásu
t_{3h}	[s]	čas v bodě tři horizontálního pohybu směrem k pásu
t_{0v}	[s]	čas v bodě nula vertikálního pohybu nahoru
t_{1v}	[s]	čas v bodě jedna vertikálního pohybu nahoru
t_{2v}	[s]	čas v bodě dva vertikálního pohybu nahoru
t_{3v}	[s]	čas v bodě tři vertikálního pohybu nahoru
t_{0vd}	[s]	čas v bodě nula vertikálního pohybu dolů
t_{1vd}	[s]	čas v bodě jedna vertikálního pohybu dolů
t_{2vd}	[s]	čas v bodě dva vertikálního pohybu dolů
t_{3vd}	[s]	čas v bodě tři vertikálního pohybu dolů
V_{sklo}	[m ³]	objem skla

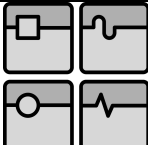
11. Seznam obrázků

Obr. 1-1 Zárubně ocelové [22]	13
Obr. 1-2 Stožáry ocelové [22].....	14
Obr. 1-3 Sklo - tvarování [22]	14
Obr. 1-4 Sklo dekorování [22].....	14
Obr. 1-5 Kovovýroba na zakázku [22]	15
Obr. 2-1 Druhy manipulačních zařízení	16
Obr. 2-2 Kinematické schéma manipulátoru pro automatickou výměnu nástrojů	17
Obr. 2-3 Schéma synchronního manipulátoru „master-slave“ EMSM-1	17
Obr. 2-4 Schéma průmyslového robota QJN -020	18
Obr. 3-1 Původní řešení manipulátoru.....	19
Obr. 3-2 Nové řešení manipulátoru.....	19
Obr. 3-3 Manipulátor M63-46-1 [27]	21
Obr. 3-4 Manipulátor M63-46-2 [27]	21
Obr. 4-1 Řešení 1	22
Obr. 4-2 Řešení 2	23
Obr. 4-3 Řešení 3	24
Obr. 5-1 Vakuum Δp v závislosti tlaku p [21]	25
Obr. 5-2 Průtok q_n v závislosti na vakuu p [21]	28
Obr. 5-3 Značka Ejektor VAS-55-1-4-NBR [21]	29
Obr. 5-4 Ejektor VAS-55-1-4-NBR [21]	29
Obr. 5-6 DSN-25-400-PPV [21]	30
Obr. 5-5 Značka DSN-25-400-PPV [21]	30
Obr. 5-7 Značka DSNU-25-500-P-A [21]	31
Obr. 5-8 DSNU-25-500-P-A [21]	31
Obr. 5-9 Pružná spojka FK [21].....	33
Obr. 5-10 Kloubová hlavice SGS-M10x1,25 [21].....	33
Obr. 5-11 Zobrazení sil na prvku.....	34
Obr. 5-12 Graf závislosti času a rychlosti – vertikální pohyb směrem vzhůru.....	33
Obr. 5-13 Graf závislosti času a polohy-vertikální pohyb směrem vzhůru	34
Obr. 5-14 Zobrazení sil na prvku.....	36
Obr. 5-15 Graf závislosti času a polohy-vertikální pohyb směrem vzhůru izontální pohyb	36
Obr. 5-16 Graf závislosti času a rychlosti-vertikální pohyb směrem	36
Obr. 5-17 Zobrazení sil na prvku horizontální pohyb.....	37
Obr. 5-18 Magnetické čidlo [22]	38
Obr. 5-19 Značka čidla [21].....	38
Obr. 5-20 Upevňovací sada SMBR-8-25 [21]	38
Obr. 5-21 Značka MSB4 – 1/8 FRC:/6 M1 [21]	39
Obr. 5-22 3D pohled MSB4 – 1/8 FRC:/6 M1 [21].....	40
Obr. 5-23 Rozsah indukčního čidla[21].....	41
Obr. 5-24 Značka KS95 C1228-PNP [21]	42
Obr. 5-25 Reálný pohled KS95 C1228-PNP [21].....	42
Obr. 5-26 Pomocný pohled pružiny.....	43
Obr. 5-27 Reálný pohled konstrukce mechanické části čidla	43
Obr. 5-28 Značka- KS95 C012-U-PNP [23]	44
Obr. 5-29 Reálný pohled - KS95 C012-U-PNP [23]	44
Obr. 5-30 Profil 45 x 90 [25]	45

Obr. 5-31 Profil 90 x 90 [25]	45
Obr. 5-32 Matice M8 [25]	45
Obr. 5 -33 Vkládání pružin [25]	45
Obr. 5-34 Spojení přes profil [25]	45
Obr. 5-35 Spojení do drážky [25]	46
Obr. 5-36 Spojení kříže [25]	46
Obr. 5-37 Výkres zkosení pásky skla	47
Obr. 5-38 Stolek.....	47
Obr. 5-39 Excentrické páčka 04232	47
Obr. 5-40 DryLin [19]	48
Obr. 5-41 Excentrické páčka 04232	45
Obr. 5-42 Graf srovnání vývoje hluku [19]	48
Obr. 5-43 RJUM – 01 – 20 [19]	49
Obr. 5-44 Výkres RJUM – 01 -20 [19].....	49
Obr. 5-45 Rozložení pouzder DryLin [19]	49
Obr. 5-46 Rozvržení [19].....	50
Obr. 5-47 Řetěz boční výkres [19]	50
Obr. 5-48 Pojezd řetězu [19]	50
Obr. 5-49 Pohled z boku Y14.1.028 [19].....	51
Obr. 5-50 Pohled na energetické řetězy [19]	51
Obr. 5-51 Deformace Manipulační lišty	52
Obr. 5-52 HMH Manlišty	53
Obr. 5-53 Průhyb pásku	54
Obr. 6-1 Rozsah pohybu manipulátoru.....	56
Obr. 6-2 Rohová výztuha.....	56
Obr. 6-3 Rohová výztuha 1 x M16	56
Obr. 8-1 Hotový manipulátor	60

12. Seznam příloh

- A00-4o9-08-00 - výkres sestavení manipulátoru
- A03-4o9-08-A2 - výkres sestavení manipulační lišty
- A04-409-08-04 - výrobní výkres mechanické části čidla
- A04-409-08-A2 - výrobní výkres manipulační lišty
- A01-4o9-08-46 - výrobní výkres stolku
- A03-4o9-08-H2 - rozvržení pneumatických rozváděčů
- A04-4o9-08-H1 - pneumatický obvod
- A00-4o9-08-00 - seznam položek (kusovník)
- A03-4o9-08-A2 - seznam položek (kusovník)
- Vypočet kluzných pouzder DryLin - vertikální pohyb
- Vypočet kluzných pouzder DryLin - horizontální pohyb
- Popisný soubor závěrečné práce
- CD-ROM obsahující diplomovou práci a přílohy v digitální podobě.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 67
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	

V Brně 22. 5. 2008

.....

Zach Jiří